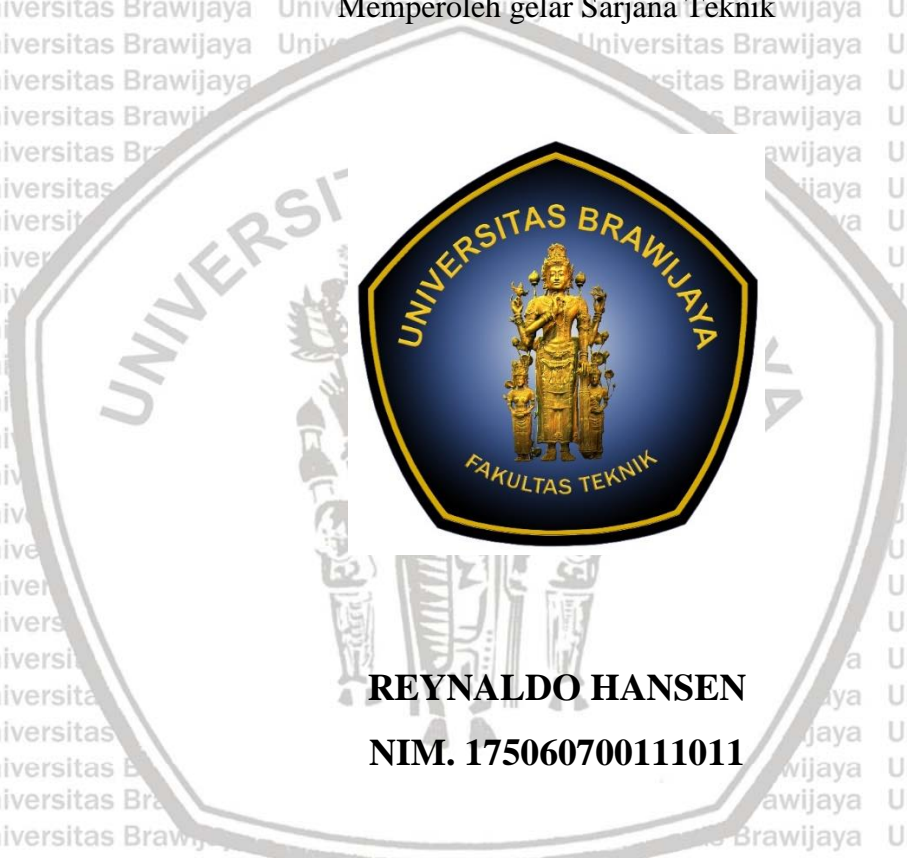


**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DALAM UPAYA  
MENGURANGI PRODUK *DEFECT* DENGAN PENDEKATAN *SIX  
SIGMA* PADA PT. TIRTAMAS LESTARI BANYUWANGI**

**SKRIPSI  
TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



**REYNALDO HANSEN  
NIM. 175060700111011**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG**

**2021**

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DALAM UPAYA  
MENGURANGI PRODUK *DEFECT* DENGAN PENDEKATAN *SIX  
SIGMA* PADA PT. TIRTAMAS LESTARI BANYUWANGI**

**SKRIPSI  
TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



**REYNALDO HANSEN**

**NIM. 175060700111011**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada  
tanggal 12 Juli 2021

**Dosen Pembimbing**

**Dr. Eng. Oke Oktavianthy, S.Si., MT.**  
**NIK. 2011027810082001**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Industri**



**Ir. Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D.**  
**NIP. 19741115 200604 1 002**

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, serta masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 12 Juli 2021

Mahasiswa,



Reynaldo Hansen

NIM. 175060700111011



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan segala puji dan syukur terhadap Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan juga karunia-Nya, Penulis mampu menyelesaikan skripsi ini yang memiliki judul, “Analisis Pengendalian Kualitas Dalam Upaya Mengurangi Produk *Defect* Dengan Pendekatan *Six Sigma* Pada PT. Tirtamas Lestari Banyuwangi” dengan baik. Skripsi ini disusun serta ditujukan sebagai syarat guna memperoleh gelas Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Secara keseluruhan dari penulisan skripsi ini diakui oleh Penulis bahwa masih belum sempurna baik dalam hal penerapan metode yang dipergunakan hingga pembahasan masalah. Keterbatasan kemampuan dari Penulis merupakan penyebab hal tersebut dapat terjadi. Oleh sebab itu, Penulis memiliki harapan untuk dapat diberikan kritik maupaun saran yang dapat membangun serta memperbaiki hal-hal yang terdapat kesalahan sebagai pembelajaran untuk kedepannya.

Segala sesuatu kesulitan yang dapat menghambat dari selama proses penyelesaian skripsi ini dapat dilalui oleh penulis dengan bantuan usaha maupun doa dari berbagai pihak yang memiliki jasa tak terhingga. Pada kesempatan ini, Penulis dapat memberikan memberikan ucapkn terima kasih yang tak terhingga, kepada:

1. Allah SWT dimana telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Seluruh keluarga yang terkasih dan tersayang yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun materi yang tidak dapat tergantikan.
3. Bapak Ir. Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D. selaku ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
4. Ibu Dr. Eng. Oke Oktavianty, S.Si., MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang selalu menyisihkan waktu untuk memberikan bimbingan, nasehat, serta pentujuk yang amat berguna dan bermanfaat selama proses penulisan skripsi ini bagi penulis.
5. Ibu Yeni Sumantri, S.Si., MT., Ph.D. selaku Dosen Penasehat Akademik yang selalu memberikan waktunya untuk mendengarkan keluh kesah, nasehat, dan bimbingan segala sesuatu yang terjadi selama masa perkuliahan
6. Seluruh Ibu dan Bapak Dosen Jurusan Teknik Industri sudah memberikan ilmu dan pengalamannya selama masa perkuliahan. Serta seluruh Ibu dan Bapak stakeholder



Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, dan Universitas Brawijaya yang sudah membantu untuk memberikan kelancaran administrasi selama menjalani studi.

7. Jajaran pimpinan beserta seluruh karyawan PT Tirtamas Lestari Banyuwangi yang sudah memberikan kesempatan untuk penulis dapat melakukan penelitian dalam skripsi ini.
8. Untuk teman-teman SMA, Himpunan Kuda (Aditya Bramasta, Arga Bayu, Fahrijal Chabibi, Nova Adien, dan Sidda Anjanu) serta Laboratorium Ketatanegaraan (Alif Yusroni, Bachtiar Ilham, Isa Dwi, Maulana Ishaq, dan Muhammad Roy) yang sudah menjadi seperti saudara bagi penulis.
9. Seluruh teman-teman Teknik Industri 2017 semoga tetap selalu menjadi angkatan solider.
10. Seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan baik secara langsung ataupun tidak guna membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata dari penulis adalah mengucapkan permohonan terima kasih sebesar-besarnya untuk bantuannya dan maaf apabila selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi terdapat hal yang kurang berkenan. Penulis berharap besar untuk skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak meskipun masih belum sempurna dalam penulisannya, sehingga dapat memberikan perbaikan dimasa yang akan datang.

Malang, 08 Juni 2021

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	i
<b>DAFTAR ISI</b>	iii
<b>DAFTAR TABEL</b>	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	ix
<b>DAFTAR RUMUS</b>	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xiii
<b>RINGKASAN</b>	xv
<b>SUMMARY</b>	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	6
1.3 Rumusan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	7
1.6 Manfaat Penelitian	8
<b>BAB II TINJUAAN PUSTAKA</b>	9
2.1 Penelitian Terdahulu	9
2.2 Kualitas	12
2.3 Pengendalian Kualitas	13
2.4 <i>Six Sigma</i>	15
2.5 Tahapan Implementasi Pengendalian Kualitas dengan <i>Six Sigma</i>	15
2.5.1 <i>Define</i>	16
2.5.1.1 SIPOC ( <i>Supplier-Input-Process-Output-Customer</i> )	16
2.5.1.2 <i>Defect</i> dan <i>Defective</i>	17
2.5.1.3 <i>Critical to Quality</i>	17
2.5.1.4 Diagram Pareto	18
2.5.2 <i>Measure</i>	19
2.5.2.1 Peta Kendali ( <i>Control Chart</i> )	19
2.5.2.2 DPMO dan Level <i>Sigma</i>	23
2.5.2.3 <i>Scatter Diagram</i>	24
2.5.3 <i>Analyze</i>	25



2.5.3.1 Fishbone Diagram.....	25
2.5.3.2 Mann Whitney Test .....	27
2.5.4 Improve .....	27
2.5.4.1 PDPC (Process Decision Program Chart).....	27
2.5.4.2 Poka Yoke .....	28
2.5.5 Control .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	31
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	31
3.3 Tahapan Penelitian .....	31
3.3.1 Tahap Pendahuluan .....	31
3.3.2 Tahap Pengumpulan Data .....	33
3.3.3 Tahap Pengolahan Data .....	33
3.3.4 Tahap Analisis dan Pembahasan .....	35
3.3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran .....	35
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
4.1 Gambaran Umum Perusahaan .....	37
4.1.1 Profil Perusahaan .....	37
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan.....	38
4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan .....	38
4.1.4 Produk Perusahaan.....	41
4.1.5 Proses Produksi AMDK.....	41
4.2 Tahap Define .....	47
4.2.1 Identifikasi <i>Critical to Quality</i> (CTQ) .....	48
4.2.2 Identifikasi Jumlah Cacat Tertinggi.....	51
4.2.3 Identifikasi Elemen-Elemen yang Terlibat dalam Proses Produksi.....	53
4.3 Tahap Measure .....	54
4.3.1 Identifikasi Batas Pengendalian Kualitas Menggunakan <i>Control Chart</i> .....	54
4.3.1.1 Perhitungan Peta Kendali Atribut P <i>Chart</i> .....	55
4.3.1.2 Perhitungan Peta Kendali Variabel X-bar dan R <i>Chart</i> .....	58
4.3.2 Perhitungan Nilai <i>Defect per Million Opportunities</i> (DPMO) dan Level <i>Sigma</i> .....	63
4.3.3 Perhitungan <i>Scatter Diagram</i> .....	64

4.4 Tahap <i>Analyze</i> .....	65
4.4.1 <i>Fishbone Diagram</i> .....	65
4.4.1.1. <i>Fishbone Diagram</i> untuk Cacat Kemasan <i>Double</i> .....	65
4.4.2. <i>Fishbone Diagram</i> untuk Cacat Kemasan Remuk.....	67
4.4.3. <i>Fishbone Diagram</i> untuk Cacat Kemasan Bocor.....	69
4.4.4. <i>Fishbone Diagram</i> untuk Cacat Kemasan Cap Miring.....	71
4.4.5. <i>Fishbone Diagram</i> untuk Cacat Kemasan Volume Air Kurang .....	72
4.4.2 Identifikasi Perbedaan Rata-rata Antara Regu Karyawan dan Persentase Cacat Produk .....	76
4.5 Tahap <i>Improve</i> .....	79
4.5.1 Rekomendasi Perbaikan Menggunakan <i>Program Decision Process Chart</i> (PDPC) .....	79
4.5.2 Rekomendasi Perbaikan Menggunakan Metode <i>Poka Yoke</i> .....	86
4.6 Pembahasan .....	97
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	101
5.1 Kesimpulan.....	101
5.2 Saran.....	103
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Total Produksi dan Total Produk Cacat Bulan Januari-November 2020.....	3
Tabel 1.2 Nilai DPMO dan Nilai Sigma Masing-masing Produk.....	3
Tabel 1.3 Total Produksi dan Total Produk Cacat Gelas 220ml Bulan Januari-November 2020....	4
Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang.....	10
Tabel 2.2 Tabel Konversi Level <i>Sigma</i> .....	15
Tabel 2.3 Daftar Nilai Tabel Faktor Untuk Batas Kendali ( $3\sigma$ ).....	23
Tabel 4.1 <i>Critical to Quality</i> (CTQ) Produk Kemasan 220ml.....	49
Tabel 4.2 Total Masing-Masing Jenis Cacat Kemasan Gelas 220ml Bulan Januari-November Tahun 2020 .....	51
Tabel 4.3 Perhitungan Persentase Masing-Masing Jenis Cacat.....	52
Tabel 4.4 Data Jumlah Cacat Atribut.....	55
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Peta Kendali P Jenis Cacat Atribut .....	56
Tabel 4.6 Hasil Pengamatan Volume Air Kemasan 220ml .....	59
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Nilai <i>Defect per Million Opportunities</i> (DPMO) dan Level <i>Sigma</i> .....	63
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Nilai Korelasi .....	64
Tabel 4.9 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat Pada Masing-masing Regu Karyawan .....	76





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Aliran Proses Produksi AMDK.....	2
Gambar 1.2	(a) Cacat Kemasan Double, (b) Cacat Kemasan Bocor, (c) Cacat kemasan remuk, (d) Cacat Cap miring, (e) Volume Air Kurang .....	5
Gambar 2.1	Contoh Diagram SIPOC PT. ABC Dalam Proses Produksi Obat Tablet.....	17
Gambar 2.2	Contoh Diagram Pareto.....	18
Gambar 2.3	Contoh Peta Kendali.....	19
Gambar 2.4	<i>Scatter Diagram</i> Kualitas Air dengan Tingkat Kecacatan Plat.....	25
Gambar 2.5	Contoh <i>Fishbone Diagram</i> .....	26
Gambar 2.6	Diagram PDPC Mengurangi Pemakaian Listrik pada Pompa <i>Drainage Unit</i> .....	28
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	36
Gambar 4.1	Struktur Organisasi Perusahaan .....	40
Gambar 4.2	(a) Produk Kemasan Gelas 220 ml, (b) Produk Kemasan Botol 1500 ml, (c) Produk Kemasan 600 ml, dan (d) Produk Kemasan Galon 19 L.....	41
Gambar 4.3	Proses Produksi Air Mineral Dalam Kemasan.....	41
Gambar 4.4	Sumber Air.....	42
Gambar 4.5	<i>Sand Filter</i> dan <i>Carbon Filter</i> .....	43
Gambar 4.6	<i>Cartridge Filter</i> .....	43
Gambar 4.7	<i>Panel Monitor Ozon</i> .....	44
Gambar 4.8	Tangki <i>Finish Product</i> .....	45
Gambar 4.9	Mesin <i>Sealing</i> Kemasan 220 ml.....	45
Gambar 4.10	<i>Labelling Merk</i> Kemasan Botol 600 ml.....	46
Gambar 4.11	Proses <i>Packging</i> Kemasan Gelas 220 ml dalam Karton.....	46
Gambar 4.12	<i>Warehaouse of Finished Goods</i> .....	47
Gambar 4.13	Diagram Pareto Masing-Masing Jenis Cacat .....	52
Gambar 4.14	Diagram SIPOC Kemasan Gelas 220ml.....	53
Gambar 4.15	Grafik Peta Kendali P Jenis Cacat Atribut.....	57
Gambar 4.16	Grafik Revisi Peta Kendali P Jenis Cacat Atribut .....	58
Gambar 4.17	Grafik X-bar Chart Jenis Cacat Volume Air Kurang.....	61
Gambar 4.18	Grafik Revisi X-bar Chart Jenis Cacat Volume Air Kurang .....	62



Gambar 4.19	Grafik R Chart Jenis Cacat Volume Air Kurang.....	62
Gambar 4.20	<i>Scatter Diagram</i> Total Cacat dan Total Cacat.....	64
Gambar 4.21	<i>Fishbone Diagram</i> Cacat Kemasan <i>Double</i> .....	66
Gambar 4.22	<i>Fishbone Diagram</i> Cacat Kemasan Remuk .....	68
Gambar 4.23	<i>Fishbone Diagram</i> Cacat Kemasan Bocor .....	70
Gambar 4.24	<i>Fishbone Diagram</i> Cacat Kemasan Cap Miring .....	74
Gambar 4.25	<i>Fishbone Diagram</i> Cacat Volume Air Kurang.....	75
Gambar 4.26	Hasil Uji Normalitas Data .....	77
Gambar 4.27	Hasil <i>Mann Whitney Test</i> .....	78
Gambar 4.28	<i>Program Decision Process Chart</i> (PDPC) Untuk Cacat Kemasan <i>Double</i> .....	80
Gambar 4.29	<i>Program Decision Process Chart</i> (PDPC) Untuk Cacat Kemasan Remuk .....	82
Gambar 4.30	<i>Program Decision Process Chart</i> (PDPC) Untuk Cacat Kemasan Bocor .....	83
Gambar 4.31	<i>Program Decision Process Chart</i> (PDPC) Untuk Cacat Kemasan Cap Miring .....	84
Gambar 4.32	<i>Program Decision Process Chart</i> (PDPC) Untuk Cacat Volume Air Kurang .....	85
Gambar 4.33	(a) Sebelum Dilakukan Perbaikan, (b) Setelah Dilakukan Perbaikan .....	87
Gambar 4.34	Kondisi pada Workstation Kemasan Gelas 220ml .....	88
Gambar 4.35	<i>Cheek Sheet</i> Penggunaan Bahan Baku.....	89
Gambar 4.36	<i>Cheek Sheet</i> Perbaikan Mesin dan Alat .....	90
Gambar 4.37	<i>Cheek Sheet</i> Kebersihan Lantai Produk Kemasan Gelas 220ml.....	91
Gambar 4.38	(a) Sebelum Dilakukan Perbaikan, (b) Setelah Dilakukan Perbaikan Rapi .....	92
Gambar 4.39	<i>Cheek Sheet</i> Produk <i>Defect</i> Kemasan Gelas 220ml.....	93
Gambar 4.40	Kuesioner Evaluasi Hasil Pelatihan.....	94
Gambar 4.41	Poster Tanda Peringatan .....	95

## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Menghitung Proporsi Kecacatan (p) Peta Kendali P .....	20
Rumus 2.2 Menghitung Garis Tengah atau <i>Center Line</i> (CL) Peta Kendali P .....	21
Rumus 2.3 Menghitung Batas Kontrol Atas atau <i>Upper Control Limits</i> (UCL) Peta Kendali P .....	21
Rumus 2.4 Menghitung Batas Kontrol Bawah atau <i>Lower Control Limits</i> (UCL) Peta Kendali P .....	21
Rumus 2.5 Menghitung Rerata dalam Per Pengamatan Peta Kendali X-Bar .....	22
Rumus 2.6 Menghitung Rerata Total atau <i>Center Line</i> (CL) Peta Kendali X-Bar .....	22
Rumus 2.7 Menghitung <i>Range</i> (R) Peta Kendali X-Bar .....	22
Rumus 2.8 Menghitung <i>Upper Control Limit</i> (UCL) Peta Kendali X-Bar .....	22
Rumus 2.9 Menghitung <i>Lower Control Limit</i> (LCL) Peta Kendali X-Bar .....	23
Rumus 2.10 Menghitung Rerata <i>Range</i> atau <i>Center Line</i> (CL) Peta Kendali R .....	23
Rumus 2.11 Menghitung <i>Upper Control Limit</i> (UCL) Peta Kendali R .....	23
Rumus 2.12 Menghitung <i>Lower Control Limit</i> (LCL) Peta Kendali R .....	23
Rumus 2.13 Menghitung Nilai DPMO .....	24
Rumus 2.14 Menghitung Nilai Level <i>Sigma</i> .....	24





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Nilai DPMO dan Nilai Sigma Masing-Masing Produk.....	109
Lampiran 2. Perhitungan Peta Kendali P Cacat Atribut Setelah Revisi.....	110
Lampiran 3. Perhitungan Peta Kendali X-bar Cacat Variabel.....	111
Lampiran 4. Perhitungan Peta Kendali X-bar Cacat Variabel Setelah Revisi.....	112
Lampiran 5. Perhitungan Peta Kendali R Cacat Variabel.....	113







(Halaman ini sengaja dikosongkan)



## RINGKASAN

**Reynaldo Hansen**, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juni 2021, Analisis Pengendalian Kualitas Dalam Upaya Mengurangi Produk *Defect* dengan Pendekatan *Six Sigma* Pada PT. Tirtamas Lestari Banyuwangi., Dosen Pembimbing: Oke Oktavianity.

PT Tirtamas Lestari Banyuwangi merupakan salah satu perusahaan yang telah memproduksi produk AMDK sejak 2011 yang terletak di Kabupaten Banyuwangi. PT Tirtamas Lestari Banyuwangi memiliki 4 varian produk AMDK, yaitu kemasan dalam gelas 220ml, botol 600ml, botol 1500ml, dan galon isi ulang 19Liter. Bersumber dari data historis perusahaan pada bulan Januari-November 2020, masih terdapat produk cacat yang terjadi selama proses produksi dimana kemasan gelas 220ml melebihi batas toleransi sebesar 0,5%. Oleh sebab itu, dibutuhkan identifikasi serta pengendalian lebih mendalam terhadap sumber penyebab cacat dan dapat memberikan rekomendasi perbaikan dengan mengimplementasikan metode *Six Sigma* dengan tujuan untuk mencapai nilai *sigma* 6 atau 3,4 cacat dari satu juta kesempatan.

Dalam penelitian ini tahapan implementasi pengendalian kualitas dengan *Six Sigma* adalah *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control* (DMAIC), namun hingga tahap *improve* saja. Pada tahap *define*, berisi mengenai identifikasi *Critical to Quality* (CTQ) yang menjadi kepuasan konsumen dan perusahaan, identifikasi jumlah cacat tertinggi menggunakan diagram pareto, serta identifikasi elemen-elemen yang terlibat dalam proses produksi menggunakan diagram *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (SIPOC). Tahap *measure*, berisi mengenai identifikasi batas pengendalian kualitas menggunakan *control chart* untuk cacat variabel memakai *P chart* dan untuk cacat variabel memakai *X-bar R chart*, mengukur nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan level *Sigma*, serta membuat *scatter diagram*. Tahap *analyze*, berisi mengenai untuk mengetahui akar penyebab masalah yang menimbulkan cacat produk menggunakan *fishbone diagram*, serta mengidentifikasi apakah terdapat perbedaan rata-rata antara regu karyawan dan persentase cacat produk. Tahap *improve*, berisi mengenai rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi hingga menghilangkan cacat pada produk kemasan gelas 220ml.

Berdasarkan hasil penelitian, tahap *define* didapatkan lima jenis cacat produk kemasan gelas 220ml adalah kemasan *double*, kemasan bocor, kemasan remuk, cap miring, dan volume air kurang yang juga menjadi *critical to quality* (CTQ), untuk persentase cacat tertinggi atau prioritas menggunakan *pareto diagram* adalah jenis cacat kemasan bocor, remuk, dan cap miring. Tahap *measure*, untuk jenis cacat atribut peta kendali P (kemasan *double*, kemasan bocor, kemasan remuk, dan cap miring) dapat dilihat dari grafik terdapat satu data pengamatan yang di luar batas kendali yang disebabkan penyebab khusus dan untuk peta jenis cacat variabel peta kendali X-bar R (volume air kurang) dari grafik dapat dilihat terdapat satu data pengamatan yang di luar batas kendali yang disebabkan penyebab khusus. Perhitungan nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) sebesar 1097,969 dan level *Sigma* sebesar 4,56. Untuk hasil *scatter diagram* diperoleh hubungan antara total produk yang diproduksi dengan jumlah cacat yang terjadi adalah korelasi positif namun tidak signifikan. Tahap *analyze*, diperoleh faktor-faktor penyebab cacat adalah faktor mesin, material, metode, dan manusia, sedangkan hasil pengujian perbedaan rata-rata didapatkan bahwa terjadi perbedaan signifikan antara regu karyawan dengan jumlah cacat yang dihasilkan. Tahap *improve*, hasil rekomendasi perbaikan diagram PDPC menjawab dari permasalahan yang terdapat pada *fishbone diagram* yang mana hampir keseluruhan dapat diterima, dan rekomendasi perbaikan menggunakan metode *Poka Yoke* didapatkan 7



rekomendasi perbaikan antara lain adalah melakukan *redesign layout* dari *workstation packaging* kemasan gelas 220ml, menambahkan sensor yang berguna memberikan peringatan jika terjadi fenomena yang tidak diinginkan, membuat poster sebagai tanda dan peringatan, menerapkan budaya 5R, pembuatan *check sheet* untuk melakukan kontrol terhadap aktivitas maupun jumlah produk, serta melakukan evaluasi pelatihan terhadap karyawan. Dari 7 rekomendasi perbaikan tersebut terpilih 5 usulan yang bisa diterima dan 2 diantara belum bisa segera dilakukan oleh pihak perusahaan.

**Kata Kunci:** Pengendalian Kualitas, Kemasan Gelas 220ml, *Six Sigma*, Produk Defect, *Poka Yoke*





## SUMMARY

**Reynaldo Hansen**, Departement of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, June 2021, Analysis of Quality in Minimizing Product Defects by Six Sigma Approach at PT. Tirtamas Lestari Banyuwangi, Academic Supervisor: Oke Oktavianity.

PT Tirtamas Lestari Banyuwangi is one of the companies that has been producing AMDK products since 2011 which is located in Banyuwangi Regency. PT Tirtamas Lestari Banyuwangi has 4 variants of AMDK products, namely packaging in 220ml glasses, 600ml bottles, 1500ml bottles, and 19Liter refill gallons. Sourced from the company's historical data in January-November 2020, there are still defective products that occur during the production process where the 220ml glass packaging exceeds the tolerance limit of 0.5%. Therefore, it is necessary to identify and control more in-depth the source of the causes of defects and can provide recommendations for improvement by implementing Six Sigma approach with the aim of achieving a value of sigma 6 or 3.4 defects out of one million opportunities.

In this research, the stages of implementing quality control with Six Sigma are define, measure, analyze, improve, and control (DMAIC), but only up to the improve stage. In the define stage, it contains identification of Critical to Quality (CTQ) which is the satisfaction of consumers and companies, identification of the highest number of defects using Pareto diagrams, and identification of elements involved in the production process using Supplier-Input-Process-Output-Customer diagram (SIPOC). The measure stage, contains the identification of quality control limits using a control chart for variable defects using a P chart and for variable defects using an X-bar R chart, measuring the value of Defects per Million Opportunities (DPMO) and levels Sigma, measuring the value of process capability, and making scatters diagrams. The analyze stage, contains about finding out the root causes of problems that cause product defects using fishbone diagrams, as well as identifying whether there is an average difference between employee teams and the percentage of product defects. The improve stage, contains recommendations for improvements that can be made to reduce to eliminate defects in 220ml glass packaging products.

Based on the results of the research, the stage define obtained five types of defects in 220ml glass packaging products, that are packaging double, leaky packaging, crumbled packaging, tilted stamp, and lack of water volume which are also critical to quality (CTQ), for the highest percentage of defects or priorities using the Pareto Diagram. is a type of packaging defect leaking, crumbling, and tilted stamp. The measure stage, for the type of attribute defect P control chart (packaging double, leaky packaging, crumbling packaging, and tilted stamp) can be seen from the graph there is one observation data that is outside the control limits due to special causes and for the type of variable defect X-bar R control chart (lack of water volume) from the graph, it can be seen that there is one observation data that is outside the control limits due to special causes. The calculation of the value of Defects per Million Opportunities (DPMO) is 1097.969, the level Sigma is 4.56, and the process capability is 1.55. For the results of the scatter diagram, the relationship between the total product produced and the number of defects that occur is a positive but not significant correlation. In the analyze stage, obtained the factors that cause defects are machine, material, method, and human factors, while the results of the average difference test that there is a significant difference between employee teams and the number of defects produced. The improve stage, the results of the recommendations for improvement the PDPC diagram answered the problems contained in the fishbone diagram which were almost



entirely acceptable, and recommendations for improvement using the Poka Yoke method obtained 7 recommendations for improvement, including redesigning the layout of the workstation 220ml glass packaging, adding sensors that useful for giving warnings in case of unwanted phenomena, making posters as signs and warnings, implementing 5R culture, making check sheets to control activities and the number of products, as well as evaluating training for employees. Of the 7 recommendations for improvement, 5 remendations were selected that could be accepted and 2 of them could not be immediately carried out by the company.

**Keywords:** Quality Control, 220ml Glass Packaging, Six Sigma, Defect Product, Poka Yoke



## BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini memberikan penjelasan mengenai latar belakang penelitian, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, asumsi penelitian, dan manfaat dari penelitian.

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dalam industri pada sangat ini terjadi sangat pesat, dikarenakan hal ini sejalan dengan kemajuan teknologi dan informasi. Setiap perusahaan masing-masing berusaha untuk menciptakan sesuatu yang inovatif guna menunjang kegiatan selama proses produksi. Kendala yang terjadi dalam proses produksi diharapkan dapat dikendalikan bahkan untuk dihilangkan guna menjaga kualitas dari suatu produk yang diciptakan.

Menurut Montgomery (2009) kualitas termasuk diantara satu faktor penting dalam konsumen untuk memutuskan memilih produk yang menjadi keinginannya, dengan memilih produk atau jasa yang memiliki kualitas maka membuahkan loyalitas konsumen semakin meningkat. Dengan kata lain, kualitas adalah semua yang bisa memberikan kepuasan terhadap konsumen dengan memenuhi ketentuan atau apa yang sangat diinginkan dan dibutuhkan oleh konsumen.

Keinginan dari konsumen adalah untuk mendapatkan produk yang sebaik-baiknya dari apa yang diharapkan. Kualitas produk merupakan suatu hal yang sangat perlu dijaga untuk mendapatkan kepercayaan dari konsumen bahwa suatu perusahaan dapat memproduksi produk sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Sedangkan dari pihak perusahaan menginginkan dengan adanya standar kualitas tersebut dapat mengurangi biaya produksi yang seharusnya tidak dikeluarkan atau menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

Sebuah perusahaan akan melakukan pengendalian kualitas dengan cara meningkatkan pengecekan mulai dari pemilihan bahan baku, mengontrol kegiatan proses produksi, hingga bagaimana suatu produk dapat didistribusikan kepada konsumen guna mewujudkan hasil produksi hingga tanpa cacat atau *zero defect*. Manfaat lain yang diperoleh dari pengendalian kualitas adalah meningkatkan produktivitas, efektivitas, dan efisiensi dalam pengolahan bahan baku dalam bentuk material, metode, mesin, serta tenaga kerja.



Dengan adanya pengendalian kualitas maka diharapkan perusahaan tersebut dapat secara terus menerus untuk *improve* menjadi lebih baik.

Industri air minum dalam kemasan atau dapat dikenal dengan AMDK adalah suatu bisnis yang sedang berkembang dengan pesat dari berbagai kota yang ada di Indonesia.

Berdasarkan pernyataan Agro Panggah Susanto selaku Dirjen Industri melalui siaran pers, “Sekarang, industri AMDK yang terdapat di Indonesia kurang lebih 700 perusahaan dimana sektor industri kecil dan menengah (IKM) adalah yang mendominasi. Untuk konsumsi AMDK berdasarkan volume, memberikan sumbangsih sebesar kurang lebih 85 persen atas keseluruhan konsumsi minuman ringan di Indonesia”. Dengan adanya permintaan yang semakin meningkat industri AMDK mendapatkan peluang yang besar.

PT. Tirtamas Lestari Banyuwangi merupakan salah satu perusahaan yang telah memproduksi produk AMDK sejak 2011. PT Tirtamas Lestari Banyuwangi memiliki 4 varian produk AMDK, yaitu kemasan dalam gelas plastik berukuran 220ml, botol plastik berukuran 600ml, botol plastik berukuran 1500ml, dan galon isi ulang berukuran 19Liter. Sumber air yang digunakan sebagai bahan baku produksi AMDK berasal dari pengeboran dengan kedalaman 100meter yang terletak di Argopuro, Banyuwangi di bawah kaki Gunung Ijen. Berikut ini merupakan gambaran 3 proses produksi AMDK pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Aliran Proses Produksi AMDK  
Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi

Pada PT Tirtamas Lestari Banyuwangi saat proses pengolahan air mineral yang dimulai dari *raw material* dimana diperoleh dari sumber mata air telah dilakukan pengendalian kualitas dengan baik sebelum air dapat dilakukan proses pengemasan. Untuk kualitas kandungan air sudah memenuhi persyaratan standar SNI 01-3553-2006 yang mana tidak terjadi adanya penyimpangan selama proses produksi. Sedangkan untuk pengendalian kemasan produk telah dilakukan proses inspeksi kemasan cacat produk terjadi pada saat bahan baku kemasan tiba dari *supplier* hingga proses penyimpanan pada gudang produk jadi.

Pada proses sebelum pengisian air produk cacat dapat diidentifikasi ketika kemasan gelas, botol, dan galon secara fisik tidak memenuhi standar misalnya bentuk kemasan penyok atau lonjong. Adapun produk cacat ketika proses pengisian air seperti cacat bocor, remuk, volume air kurang, dan cap miring. Ketika produk telah sampai di gudang juga bisa terjadi cacat kemasan bocor yang diakibatkan oleh *material handling* yang kurang baik.



Sesuai data yang diperoleh dari pencatatan seperti pada tabel 1.1 menjelaskan jumlah produksi dan produk cacat dari kemasan gelas 220ml, botol 600ml, botol 1500ml, dan galon 19Liter pada saat proses pengisian air hingga penyimpanan untuk periode bulan Januari-November 2020.

Tabel 1.1  
Total Produksi dan Total Produk Cacat Bulan Januari-November 2020

Produk	Gelas 220ml		Botol 600ml		Botol 1500ml		Galon 19L	
	Produksi	Cacat	Produksi	Cacat	Produksi	Cacat	Produksi	Cacat
Januari	798.840	4.075	492.000	2.362	293.400	1.350	56.850	57
Februari	924.210	4.898	350.400	1.472	272.100	1.034	56.100	17
Maret	540.120	2.809	409.800	1.762	157.080	660	52.135	73
April	232.470	1.186	183.600	716	101.400	446	41.800	33
Mei	152.460	808	57.600	242	107.400	419	33.000	40
Juni	353.220	1.802	108.000	508	96.000	442	34.100	34
Juli	211.260	1.140	150.000	690	163.200	783	36.200	36
Agustus	246.540	1.390	188.400	810	120.600	507	36.140	47
September	418.026	1.996	297.600	1.428	90.000	396	37.760	38
Oktober	388.794	2.040	177.600	835	122.400	588	38.325	24
November	158.718	809	147.600	708	114.000	502	37.950	57
<b>Total Produksi</b>	<b>4.426.498</b>	<b>22.953</b>	<b>2.562.600</b>	<b>11.533</b>	<b>1.637.580</b>	<b>7.125</b>	<b>460.360</b>	<b>455</b>
<b>Total Persentase cacat</b>	<b>0,52%</b>		<b>0,45%</b>		<b>0,44%</b>		<b>0,1%</b>	

Sumber: PT. Tirtamas Lestari

Pengendalian kualitas yang dilakukan oleh perusahaan saat ini hanya berfokus pada pencatatan produk cacat tanpa melakukan klasifikasi jenis cacat pada produk. Berdasarkan tabel 1.1 memperlihatkan bahwa dari 4 macam jenis produk kemasan AMDK yang memiliki jumlah produksi terbesar dan persentase produk cacat paling besar adalah produk gelas 220ml dengan jumlah persentase sebesar 0,52%.

Untuk mengetahui performansi dari perusahaan saat ini dilakukan perhitungan nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan nilai *sigma* pada masing-masing produk kemasan pada periode bulan Januari hingga November tahun 2020, yaitu didapatkan nilai seperti pada tabel 1.2 dan untuk perhitungannya terdapat pada lampiran 1.

Tabel 1.2  
Nilai DPMO dan Nilai *Sigma* Masing-masing Produk

	Gelas 220ml	Botol 600ml	Botol 1500ml	Galon 19L
Nilai DPMO	1037,072	900,101	870,186	329,452
Nilai <i>Sigma</i>	4,579	4,621	4,631	4,906

Berdasarkan tabel 1.2 dapat dilihat bahwa nilai DPMO terbesar adalah produk kemasan gelas 220ml dan nilai *sigma* terkecil juga merupakan kemasan gelas 220ml. Oleh sebab itu,



pada penelitian ini akan berpusat pada produk gelas 220ml. Selanjutnya pada tabel 1.3 menunjukkan banyaknya total produksi dan total produk cacat gelas 220ml dalam perbulannya saat periode Januari–November 2020.

Tabel 1.3

Total Produksi dan Total Produk Cacat Gelas 220ml Bulan Januari-November 2020

Bulan	Total Produksi (Unit)	Total Cacat (Unit)	Persentase Cacat (%)
Januari	798.840	4.075	0,51
Februari	924.210	4.898	0,53
Maret	540.120	2.809	0,52
April	232.470	1.186	0,51
Mei	152.460	808	0,53
Juni	353.220	1.802	0,51
Juli	211.260	1.140	0,54
Agustus	246.540	1.390	0,56
September	418.026	1.996	0,48
Oktober	388.794	2.040	0,52
November	158.718	809	0,51
<b>Total</b>	<b>4.426.498</b>	<b>22.953</b>	<b>0,52</b>

Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi

Berdasarkan tabel 1.3 selama proses produksi masih terdapat produk *defect* kemasan gelas 220ml selama bulan Januari – November 2020 dengan rata-rata persentase jumlah produk *defect* sebesar 0,52%. Dalam perbulannya persentase produk *defect* dari total produksi terdapat pada rentang nilai 0,48%-0,56%. Perusahaan memiliki batas persentase produk *defect* perbulannya sebesar dibawah 0,5%, tapi pada kenyataan masih terdapat persentase produk *defect* yang melebihi batas tersebut. Terdapatnya produk *defect* pada proses produksi, perusahaan hanya melakukan proses pendataan produk *defect* tanpa mengklasifikasikannya berdasarkan jenis *defect*. Produk *defect* dapat diidentifikasi berdasarkan 5 jenis *defect*, yaitu volume air yang kurang, cap yang miring atau rusak, kemasan yang bocor, kemasan yang remuk, dan kemasan *double*. Untuk pembagian jenis cacat variabel (dilakukan pengukuran terlebih dahulu untuk mengidentifikasi produk *defect*) adalah volume air yang kurang dan jenis cacat atribut (dapat diidentifikasi berdasarkan *visual* penglihatan) adalah cap miring atau rusak, kemasan bocor, kemasan remuk, dan kemasan *double*.

Dalam mencegah dan mengurangi produk *defect*, perusahaan telah melakukan inspeksi dalam setiap proses produksinya. Proses inspeksi secara *visual* dilakukan pada saat produk sebelum dikemas kedalam kardus dan juga dilakukan pengambilan sampel secara acak dalam setiap satu jam sekali untuk diuji di laboratorium. Produk yang *defect* yang diambil adalah produk pada inspeksi akhir atau produk jadi, sehingga produk *defect* tersebut akan



langsung dipisahkan dari produk yang baik dan langsung dikumpulkan untuk dibuang atau dimusnahkan. Berikut ini merupakan gambar 1.2 yang menunjukkan *good product* kemasan gelas 220ml dan jenis produk *defect* dari produk kemasan gelas 220 ml.



Gambar 1.2 (a) *Good Product* Kemasan Gelas 220ml, (b) Cacat Kemasan *Double*, (c) Cacat Kemasan Bocor, (d) Cacat kemasan remuk, (e) Cacat Cap miring, (f) Volume Air Kurang  
Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi



Berdasarkan tabel 1.2 dan gambar 1.2 demi mencapai tujuan dari perusahaan adalah untuk mengurangi produk *defect* hingga maksimal kurang dari 0,5% dan mencapai produksi yang optimum, maka diperlukannya penelitian lebih mendalam pada produk kemasan gelas 220ml. Salah satu metode yang dapat dipergunakan adalah metode *Six Sigma*. *Six Sigma* dipilih karena dapat memberikan analisis kemampuan proses hingga mengontrol pada kondisi optimum, sehingga meminimasi produk *defect* dengan mengurangi atau mengeliminasi variansi-variansi pada proses produksi di bagian sebelum proses pengisian air hingga produk di masukkan ke dalam *packging* karton.

*Six sigma* adalah bekerja dengan lebih efisien sehingga perusahaan dapat menekan kemungkinan terjadinya kesalahan produk, proses atau pelayanan yang dihasilkan. Sehingga kapabilitas proses tersebut meningkat dan meminimalkan kemungkinan terjadinya kesalahan pada produk, proses atau pelayanan yang dihasilkan (Peter, 2000). Target yang ingin dicapai oleh metode *six sigma* adalah 3,4 *defect per million opportunity*. Dalam tahapan implementasi *six sigma* terdiri dari lima langkah, yaitu menggunakan metode DMAIC atau *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (Pete dan Holpp, 2002: 45-58). Karena keterbatasan waktu pelaksanaan penelitian maka hanya dilakukan hingga tahapan *improve*. Pada tahapan *define*, diawali dengan menentukan tujuan *six sigma*, mengidentifikasi CTQ (*Critical to Quality*), mengidentifikasi prioritas *defect* terbesar dengan memanfaatkan Diagram Pareto, dan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) untuk mengidentifikasi apa hal saja yang terlibat didalam produksi seperti *input, output, dan proses* yang terjadi. Pada tahap *measure*, menghitung DPMO (*Defect per Million Opportunity*) dan level *sigma*, melihat apakah terdapat korelasi atau hubungan suatu faktor atau variabel dengan faktor atau variabel yang lain menggunakan titik koordinat atau disebut *Scatter Diagram*, serta menghitung dan membuat peta kontrol. Pada tahap *analyze*, dengan menggunakan stastistik non parametrik untuk menganalisis apakah terdapat perbedaan jumlah cacat yang terjadi selama proses produksi yang disebabkan oleh perbedaan operator, metode, bahan baku material, dan juga perilaku yang diberikan berbeda. Pada tahap *improve*, bertujuan untuk dapat memberikan rekomendasi perbaikan maupun tindakan preventif sebagai pemecahan faktor-faktor penyebab produk cacat.

Penerapan metode *six sigma* pada penelitian ini, diinginkan untuk dapat memahami akar permasalahan yang terjadi, dan bagaimana perusahaan untuk dapat menanggapi permasalahan tersebut hingga mengawasinya agar tetap berjalan pada proses yang diharapkan yaitu mencegah dan meminimasi produk cacat yang terjadi pada proses produksi



PT Tirtamas Lestari Banyuwangi. Dengan adanya pengendalian kualitas yang baik tersebut memberikan dampak positif bagi perusahaan dan juga kepuasan konsumen yang meningkat.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Bersumberkan pada latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat identifikasi masalah yang terjadi pada PT Tirtamas Lestari Banyuwangi adalah sebagai berikut:

1. Jumlah persentase produk cacat kemasan gelas 220ml melebihi batas toleransi perusahaan.
2. Belum adanya identifikasi mendalam mengenai faktor-faktor yang menyebabkan timbulnya produk cacat pada proses *packaging* kemasan gelas 220ml.

## 1.3 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini berikut merupakan rumusan masalah yang dapat dirumuskan adalah:

1. Apa yang menjadi kriteria *Critical to Quality* (CTQ) untuk produk kemasan gelas 220ml?
2. Berapa nilai *Defect per Million Opportunity* (DPMO) dan level *sigma* produksi kemasan gelas 220ml?
3. Apa analisis sumber penyebab dari produk cacat yang terjadi pada produk kemasan gelas 220ml?
4. Bagaimana rekomendasi perbaikan guna mencegah dan meminimasi jumlah produk cacat pada produk kemasan kemasan gelas 220ml?

## 1.4 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini, berikut merupakan tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah dideskripsikan.

1. Mengidentifikasi apa saja yang merupakan *Critical to Quality* (CTQ) untuk produk kemasan gelas 220ml.
2. Mengetahui nilai *Defect per Million Opportunity* (DPMO) dan level *sigma* pada proses produksi kemasan gelas 220ml.
3. Mengetahui sumber penyebab produk cacat yang terjadi pada produk kemasan gelas 220ml.
4. Memberikan rekomendasi perbaikan guna mencegah dan meminimasi jumlah produk cacat pada produk kemasan kemasan gelas 220ml.



### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Yang diamati hanya pada proses pengisian air hingga *packaging* ke dalam karton produksi kemasan gelas 220ml.
2. Penelitian ini tidak membahas masalah biaya.
3. Penelitian ini hanya terbatas pada tahap *improve*.

### 1.6 Asumsi

Asumsi yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Selama penelitian proses produksi berjalan normal.

### 1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan rekomendasi perbaikan pada proses produksi PT Tirtamas Lestari Banyuwangi.
2. Untuk mengimplementasikan ilmu dan wawasan yang telah dipelajari dan diterima selama dibangku kuliah.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memberikan penjelasan mengenai rujukan literatur yang digunakan untuk membantu memecahkan masalah dalam penelitian ini. Rujukan literatur yang berisi berkenaan tentang pengendalian kualitas, *six sigma*, *Scatter Diagram*, *Fishbone Diagram*, SIPOC diagram (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) dan rujukan lainnya. Berikut merupakan penjelasan tentang tinjauan pustaka yang bersumber dari buku, jurnal, dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Rujukan literatur dibutuhkan sebagai menguatkan dasar penelitian yang akan dilakukan. Salah satu rujukan literatur yang dapat digunakan adalah berdasarkan penelitian terdahulu. Penelitian sebelumnya dapat membahas mengenai objek penelitian, permasalahan yang dibahas, tujuan penelitian, metode yang dipergunakan, hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut. Penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya dipergunakan dengan tujuan untuk memberikan pandangan, masukan, serta perbandingan antara satu penelitian dengan penelitian yang lain dan juga yang dilakukan sekarang. Beberapa penelitian terdahulu yang dipergunakan adalah sebagai berikut ini:

1. Afni Khadijah, dkk (2017), melakukan penelitian untuk melakukan analisis terhadap faktor yang dapat memberikan pengaruh kualitas air dalam produksi plat baja dan juga bagaimana cara mengendalikannya menggunakan pendekatan *six sigma*. Hasil pengujian parameter *turbidity* adalah prioritas cacat yang harus diperbaiki karena penyebab terbesar daripada parameter delapan lainnya. Kemudian dilakukan rekomendasi perbaikan dengan bantuan metode FMEA.
2. Ratih Indah Sari, dkk (2020), melakukan penelitian untuk mengidentifikasi jumlah mikro yang terdapat pada jamu serbuk kemasan dan tanpa kemasan produksi Banjarmasin. Untuk menghitung jumlah mikrobial dipergunakan metode *Total Plate Count*. Hasil penelitian jumlah rata-rata mikrobial pada jamu kemasan sebesar 58,90% dan untuk tanpa kemasan berjumlah rata-rata 65,20%. Berdasarkan hasil pengujian *Mann Whitney* didapatkan nilai *p-value* 0,462 yang berarti tidak terdapat korelasi antara jumlah mikrobial jamu kemasan dan tanpa kemasan.



3. Putri, Dewinda R. dan Wiwik Handayani (2019), melakukan penelitian untuk perbaikan kualitas dari produk kantong kraft pada PT. IKSG dengan tujuan *zero defect*. Langkah pertama dalam metode *Poka Yoke* adalah menentukan cacat prioritas. Berdasarkan diagram pareto cacat prioritas yang adalah jenis cacat A1 sebesar 76.83%. Langkah selanjutnya adalah observasi pada *workstation* dengan menggunakan *fishbone diagram*. Kemudian *brainstorming* untuk menyusun rekomendasi perbaikan. Selanjutnya memilih rekomendasi perbaikan yang terbaik dengan menerapkan metode *Poka Yoke*.
4. Adelia Chandradevi dan Nia Budi Puspitasari (2016), melakukan penelitian pada PT. Berliana, Tbk yang bertujuan guna mengidentifikasi cara pengendalian kualitas yang saat ini diterapkan pihak perusahaan yang spesifik guna produk botol X 500ml. Pengendalian kualitas dilakukan dengan menggunakan *new seven tools*. Berdasarkan sumber jenis cacat yang terjadi disebabkan oleh faktor operator, material, mesin, lingkungan, dan metode pengoperasian.
5. Firdanis Setyaning Handika dan Abdullah B. Barnadi (2017), melakukan penelitian untuk mengidentifikasi sumber masalah dari besarnya penggunaan daya listrik di pompa *drainage unit* dengan menggunakan metode *new seven tools*. Didapatkan hasil penelitian sumber masalah disebabkan *DCS-Man* lupa mematikan pompa G-1875, keluaran *sealing* C-1851 masuk ke *dirty pit*, dan keluaran *sealing* G-1871 masuk ke *dirty pit*. Terdapat beberapa rekomendasi perbaikan yang menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp. 1.677.205,- per tahun.
6. Achmad Muhaemin (2012), melakukan penelitian untuk mengidentifikasi sumber penyebab kecacatan dan menganalisis pelaksanaan pengendalian kualitas pada Harian Tribun Timur dengan menggunakan metode *Six Sigma*. Didapatkan nilai DPMO sebesar 44.679 dan nilai *sigma* 3,20. Berdasarkan diagram pareto persentase jumlah cacat tertinggi adalah cacat karena warna kabur (78%), tidak register (12%), dan terpotong (10%). Penyebab utama cacat adalah faktor mesin dan manusia. Kemudian diberikan rekomendasi perbaikan guna mengurangi produk cacat berdasarkan *fishbone diagram*.

Tabel 2.1  
Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Peneliti	Objek	Tujuan	Metode	Hasil penelitian
Afni Khadijah, dkk (2017)	Kualitas air	Analisa terhadap faktor yang bisa memberikan pengaruh kualitas air pada produksi plat baja dan analisis cara pengendaliannya	DMAIC, <i>Seven Tools</i> , Diagram SIPOC, FMEA	Hasil pengujian parameter <i>turbidity</i> adalah prioritas cacat yang harus diperbaiki karena penyebab terbesar daripada parameter delapan lainnya. Kemudian dilakukan rekomendasi perbaikan dengan bantuan metode FMEA.



Tabel 2.1

Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang (Lanjutan)

Peneliti	Objek	Tujuan	Metode	Hasil penelitian
Ratih Indah Sari, dkk (2020)	Jamu serbuk kemasan dan tanpa kemasan	Untuk mengidentifikasi jumlah mikro yang terdapat pada jamu serbuk kemasan dan tanpa kemasan produksi Banjarmasin.	<i>Total Plate Count</i> dengan teknik <i>Spread Plate</i> , <i>Mann Whitney</i>	Jumlah rata-rata mikrobial pada jamu kemasan sebesar 58,90% dan untuk tanpa kemasan berjumlah rata-rata 65,20%. Berdasarkan hasil pengujian <i>Mann Whitney</i> didapatkan nilai <i>p-value</i> 0,462 yang berarti tidak terdapat korelasi antara jumlah mikrobial jamu kemasan dan tanpa kemasan.
Putri, Dewinda R. & Wiwik H. (2019)	PT. IKSG	Mengetahui kualitas dari produk kantong kraf	<i>Poka Yoke</i>	Kualitas produk kantong kraf tergolong baik, faktor penyebab cacat terbesar adalah manusia, rekomendasi perbaikan dengan metode <i>poka yoke</i> yaitu <i>warning</i> , <i>control</i> , dan <i>shut down</i> , serta operator mesin ditambah.
Adelia C. & Nia Budi P. (2016)	Produk botol X 500 ml	Pengendalian kualitas yang dilakukan oleh perusahaan	<i>New Seven Tools</i>	Hasil penelitian didapatkan faktor masalah yang menimbulkan produk cacat botol X 500 ml adalah faktor operator, material, mesin, lingkungan, dan metode pengoperasian.
Setyaning, F. H. & Abdullah B. B. (2017)	Biaya listrik pada peralatan pompa	Mengetahui penyebab tingginya pemakaian listrik pada pompa <i>drainage unit</i> , memberikan usulan perbaikan, dan mengevaluasi hasil perbaikan	<i>New Seven Tools</i>	Hasil penelitian diperoleh faktor yang menjadi penyebab tingginya pemakaian listrik pada pompa <i>drainage unit</i> yaitu DCS-Man lupa melakukan <i>stop</i> pada pompa G-1875, keluaran <i>sealing</i> C-1851 masuk ke <i>dirty pit</i> , dan keluaran <i>sealing</i> G-1871 masuk ke <i>dirty pit</i> .
Achmad M. (2012)	Produk koran Harian Tribun Timur	Pengendalian kualitas produk Harian Tribun Timur	<i>Six Sigma</i>	Didapatkan nilai DPMO sebesar 44.679 dan nilai <i>sigma</i> 3,20. Berdasarkan diagram pareto persentase jumlah cacat tertinggi adalah cacat karena warna kabur (78%); tidak register (12%); dan terpotong (10%). Penyebab utama cacat adalah faktor mesin dan manusia. Kemudian diberikan rekomendasi perbaikan guna mengurangi produk cacat berdasarkan <i>fishbone diagram</i> .
Penelitian saat ini	PT. Tirtamas Lestari Banyuwangi	Identifikasi produk cacat dan rekomendasi perbaikan pada produk gelas 220 ml	<i>Six Sigma</i> , <i>Seven Tools</i> , PDPC	



Untuk penelitian saat ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi produk cacat pada produk gelas 220ml menggunakan metode *six sigma* yang memiliki tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). Selain itu juga menggunakan *seven tools* adalah *fishbone diagram, pareto diagram, scatter diagram, control chart, dan new seven tools* yaitu PDPC (*Process Decision Program Chart*). Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat dipergunakan perusahaan untuk mengurangi dan mencegah terjadinya produk cacat dalam proses produksi.

## 2.2 Kualitas

Dalam setiap pembuatan produk baik berupa jasa maupun benda, perusahaan berusaha memproduksinya sebaik-baiknya. Produk yang sebaik-baiknya atau memiliki kualitas yang baik adalah hal yang sangat diinginkan oleh konsumen. Perhatian terhadap kualitas merupakan suatu hal yang sangat penting dilakukan perusahaan sebagai upaya untuk mengejar persaingan pasar yang terjadi sekarang ini. Konsentrasi tentang kualitas ini telah berkembang dari tahun ke tahun. Setiap perusahaan memiliki cara tersendiri untuk menciptakan, menggunakan, atau meniru apa yang dilihat terbaik dalam menghasilkan produk yang dimulai dari pemilihan bahan baku, proses produksi, pengemasan pengiriman, bahkan kemudahan dalam *maintenance* atau *after sale* produk tersebut.

Menurut Juran (1993:32), kualitas merupakan bagaimana produk tersebut dapat atau cocok dalam pemanfaatannya (*fitness for use*) guna memberikan kepuasan dan mencukupi kebutuhan serta keinginan konsumen. Kecocokan dalam penggunaan produk yang dimaksudkan disini adalah bagaimana produk dapat digunakan selama mungkin daya tahannya, diharapkan tidak gampang rusak, memberikan kesan ketika digunakan, memiliki rasa aman akan kualitas produk, serta penggunaannya yang tepat dalam etika. Sedangkan untuk jasa untuk memberikan kepuasan kepada konsumen, harus memberikan pelayanan yang ramah, sopan, serta jujur. Menurut Crosby (1979:58), kualitas merupakan sesuatu yang telah memiliki standar atau parameter tertentu (*conformance to requirement*). Standar atau parameter tersebut dapat berupa bahan baku, proses dalam melakukan produksi, hingga produk yang siap dijual kepada konsumen. Dapat disimpulkan kualitas merupakan segala sesuatu yang diciptakan guna memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen sesuai dengan standar atau parameter tertentu.

Kualitas dari produk dapat dianalisis melalui karakteristik tertentu atau biasa disebut dengan dimensi kualitas produk. Menurut Hansen dan Mowen (2006:6), keinginan dan



kebutuhan pelanggan dapat didefinisikan kedalam delapan dimensi kualitas adalah sebagai berikut ini:

1. Kinerja (*Performance*)

Kinerja adalah derajat konsistensi dan keistimewaan dari fungsi produk tersebut.

2. Estetika (*Aesthetics*)

Estetika adalah berkaitan dengan tampilan wujud produk serta berkaitan dengan tampilan fasilitas, peralatan, personalia, dan suatu wujud komunikasi yang berhubungan dengan jasa.

3. Kemudahan Perawatan dan Perbaikan (*Serviceability*)

Kemudahan perawatan dan perbaikan adalah berhubungan dalam melakukan derajat kemudahan merawat dan memperbaiki produk.

4. Keunikan (*Features*)

Keunikan adalah spesifikasi produk yang berbeda-beda menurut kegunaan fungsi dari produk serupa.

5. Keandalan (*Reliability*)

Keandalan adalah kemungkinan produk atau jasa dapat melakukan fungsinya dalam hingga waktu tertentu

6. Daya Tahan (*Durability*)

Daya tahan adalah usia dari penggunaan fungsi produk tersebut.

7. Tingkat Kesesuaian (*Quality of Conformance*)

Tingkat kesesuaian adalah standar yang digunakan untuk sebuah produk atau jasa dapat menjalankan fungsinya.

8. Pemanfaatan (*Fitness for Use*)

Pemanfaatan adalah kesesuaian dari suatu produk untuk melakukan fungsi-fungsi seperti apa yang ditawarkan oleh produk tersebut.

Perbaikan yang dilakukan pada suatu produk untuk satu atau lebih dari delapan dimensi tersebut selama menjaga kemampuan dari dimensi lainnya. Mengenai pemahaman tentang delapan dimensi kualitas tersebut dapat memberikan kemudahan untuk keberhasilan dalam menciptakan dan menjaga kualitas itu sendiri.

## 2.3 Pengendalian Kualitas

Pada tahap dimana ketika suatu perusahaan telah mencapai kualitas yang diharapkan, diperlukannya suatu pengendalian sebagai upaya untuk menjaga konsistensi serta kesesuaian produk dengan standar yang telah ditetapkan tersebut. Dalam mempertahankan kualitas



melalui pengendalian kualitas ini, perusahaan dapat lebih bisa mempelajari bagaimana suatu sistem apakah masih terdapat hal-hal yang dapat memengaruhi kinerja dari sistem untuk menciptakan produk yang berkualitas. Tujuan dari perusahaan untuk melakukan pengendalian kualitas menurut Agus Ahyari (1983:334), adalah sebagai berikut ini:

1. Ditemukannya penambahan kepuasan konsumen.
2. Dengan biaya yang rendah proses produksi bisa dijalankan.
3. Proses produksi dapat berjalan sesuai dengan waktu yang direncanakan.

Agus Ahyari (1983:334), berpendapat bahwa pengendalian kualitas adalah suatu kegiatan guna melindungi serta memberikan acuan supaya kualitas produk dari perusahaan bisa jaga konsistensinya sesuai dengan apa yang diharapkan. Sedangkan menurut Montgomery (1990:3), pengendalian kualitas ialah kegiatan rekayasa teknik serta manajemen, melalui kegiatan tersebut dapat mengukur karakteristik dari kualitas produk lalu dibandingkan dengan standar atau parameter, sehingga dapat melakukan perbaikan jika terdapat ketidaksesuaian. Sehingga dapat disimpulkan pengendalian kualitas adalah sesuatu kegiatan yang guna untuk menjaga kualitas produk sesuai dengan standar serta parameter yang telah ditetapkan.

Banyak pendekatan yang dapat dilakukan perusahaan untuk memulai kegiatan pengendalian kualitas. Pendekatan untuk melakukan pengendalian kualitas menurut Agus Ahyari (1983:340-360), adalah sebagai berikut:

1. Bahan Baku

Salah satu faktor utama dari pabrikasi produk adalah menentukan kualitas bahan bakunya. Oleh sebab itu, pengendalian pada kualitas bahan baku adalah prioritas utama demi menciptakan produk akhir dengan baik.

2. Proses Produksi Produk

Proses produksi produk adalah proses dimana bahan baku akan diberikan *treatment* supaya produk tersebut memiliki *value* seperti apa yang diinginkan. Sehingga, agar mendapatkan hasil yang baik maka harus menjaga proses produksi untuk tetap pada standar yang telah ditetapkan dengan cara hal-hal yang bisa merusak atau mengganggu harus dihilangkan atau diantisipasi.

3. Produk Akhir

Produk akhir yang telah diciptakan sebaiknya dapat dipergunakan dengan baik oleh konsumen dengan cara memberikan cara penggunaan produk yang benar, kemudahan dalam *maintenance* produk, dan *quality control* yang ketat agar konsumen menerima produk sesuai dengan standar.



## 2.4 Six Sigma

Kegiatan pengendalian kualitas dapat dilakukan dengan berbagai metode yang ada. Salah satu metode yang dapat dipergunakan adalah *six sigma*. *Six sigma* telah diterapkan sejak lama, dimana perusahaan pertama ialah Motorola. Pengertian dari *six sigma* itu sendiri sangat banyak. Menurut Harry dan Schroeder (2000), *six sigma* ialah suatu strategis bisnis guna memperoleh kepuasan konsumen dan juga memberikan peningkatan proses produksi perusahaan melalui perancangan serta mempelajari aktivitas guna meminimasi sumber daya yang dapat hilang sia-sia. Menurut Brue (2004), *six sigma* adalah suatu rancangan statistik yang berfungsi guna menilai produk cacat. Tujuan yang ingin diperoleh oleh perusahaan dengan penggunaan *six sigma* adalah mencapai nilai *sigma* 6 atau 3,4 cacat persatu juta kesempatan (Gasperz, 2002).

*Six sigma* adalah suatu konsep untuk memberikan kenaikan kualitas dengan masih ada toleransi guna terjadinya kecacatan atau kegagalan. Tingkat kecacatan atau kegagalan akan memperlihatkan tingkat konsistensi dari pengendalian kualitas. Nilai-nilai dari kesempatan untuk terjadinya kegagalan atau kecacatan dapat dikonversikan yang sering disebut level *sigma*. Berikut ini merupakan level *sigma* menurut Gaspersz (2002), pada tabel 2.2.

Tabel 2.2

Tabel Konversi Level Sigma

Yield=Persentase Produk Tidak Cacat	Defect Per Million Opportunities (DPMO)	Level Sigma	Keterangan
31%	690.000	1	Sangat tidak kompetitif
69,20%	308.538	2	Rata-rata Industri Indonesia
93,20%	66.807	3	
99,379%	6.210	4	Rata-rata Industri USA
99,877%	223	5	
99,9997%	3,4	6	Industri kelas dunia

Sumber: Gaspersz (2002)

*Six sigma* adalah metode pengendalian kualitas dimana memiliki fokus untuk sistem produksi pada perusahaan. Sehingga, dengan adanya penggunaan *six sigma* maka perusahaan diharapkan untuk bisa melakukan pengendalian kualitas secara terus-menerus atau berkelanjutan. Metode *six sigma* ini dilakukan dengan pendekatan metodologi DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*).

## 2.5 Tahapan Implementasi Pengendalian Kualitas dengan Six Sigma

Tahapan implementasi pengendalian kualitas dengan *six sigma* terdapat lima langkah, yakni dengan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*) (Pete dan Holpp dalam Achmad, 2012:21).



### 2.5.1 Define

Tahapan yang pertama dalam pengimplementasian metode *six sigma* ialah tahap *define*.

Menurut Gaspersz (2005), *define* adalah suatu aktivitas untuk melakukan identifikasi masalah yang terjadi pada perusahaan kemudian permasalahan tersebut dapat diterjemahkan.

Sedangkan menurut Pande *et al* (2005), *define* merupakan mengondisikan masalah sebagaimana situasi yang terjadi menggunakan pemahaman dengan cara apa aktivitas berjalan dalam sistem maupun masalah diluar yang mana mendukung penjelasan apa saja faktor yang dapat memberikan pengaruh terhadap kinerja sistem supaya mendapatkan definisi secara spesifik dan lengkap berhubungan dengan variabel-variabel yang menumbuhkan kepuasan konsumen.

Langkah yang akan dilakukan dalam tahapan *define* adalah pembuatan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*), identifikasi *defect* dan *defective*, identifikasi *critical to quality*, dan pembuatan diagram pareto.

#### 2.5.1.1 SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*)

Hal yang dilakukan terlebih dahulu dalam melakukan *six sigma* yang terpenting adalah mengetahui model proses atau SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*). Hal selanjutnya yang dilakukan adalah mendefinisikan aktivitas kunci dan juga konsumen dari perusahaan. SIPOC adalah salah satu alat yang berfungsi untuk melakukan manajemen serta meningkatkan proses produksi. Menurut Gaspersz (2002), SIPOC merupakan pemasok elemen fundamental dalam sistem kualitas. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai SIPOC.

##### 1. Suppliers

*Suppliers* adalah oknum atau bagian yang bertugas untuk membagikan data atau informasi kunci sumber daya bahan baku atau material yang selanjutnya akan dilakukan pemrosesan. Apabila prosesnya terdapat banyak sub proses, maka sub proses terdahulu dapat dikatakan sebagai pemasok internal.

##### 2. Inputs

*Inputs* adalah apapun yang berhubungan dengan pemasok atau *suppliers* yang dilanjutkan dengan tahap proses.

##### 3. Processes

*Processes* adalah macam-macam aktivitas yang dilakukan untuk mengubah dan sebagai konseptual guna memberikan nilai tambah terhadap *input*. Proses dapat dilakukan dengan banyak tahapan yang disebut dengan sub proses.

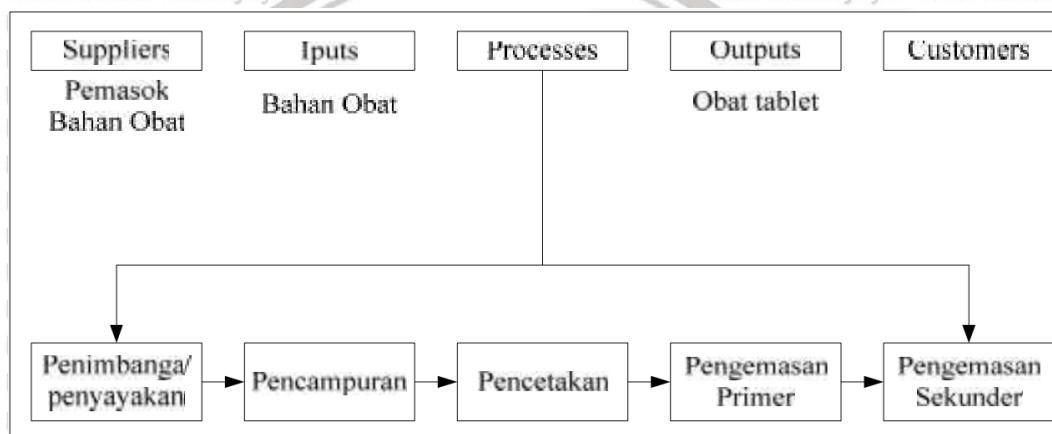
#### 4. *Outputs*

*Outputs* adalah hasil atau produk baik berupa barang atau jasa dari suatu aktivitas proses. Bentuk produk tersebut bisa merupakan produk jadi ataupun produk setengah jadi. Pada saat ini *outputs* juga dapat berbentuk informasi-informasi penting yang digunakan kembali sebagai *inputs* dalam proses produksi.

#### 5. *Customers*

*Customer* adalah objek yang akan menerima serta menggunakan *output*. Apabila prosesnya terdapat banyak sub proses, maka sub proses setelahnya dapat dikatakan sebagai konsumen internal.

Berikut ini merupakan gambar 2.1 contoh dari diagram SIPOC PT. ABC dalam proses produksi obat tablet.



Gambar 2.1 Contoh Diagram SIPOC PT. ABC Dalam Proses Produksi Obat Tablet

Sumber: Gaspersz (2002)

#### 2.5.1.2 *Defect dan Defective*

*Defect* atau cacat merupakan bagian yang kurang, kejelekan, kegagalan, atau ketidaksesuaian yang terdapat pada produk sehingga memberikan pengurangan *value* bahkan mutu dari produk tersebut.

*Defective* merupakan kejadian dimana kegagalan atau tidak berfungsinya dari sebagian atau keseluruhan fitur yang menyebabkan produk tersebut diklasifikasikan tidak mampu difungsikan sebagaimana mestinya atau tidak memenuhi standar yang telah ditentukan. Dalam produk yang *defective* terdapat minimal satu *defect* atau beberapa *defect* (Evans dan Lindsay, 2007).

#### 2.5.1.3 *Critical to Quality*

*Critical to quality* (CTQ) merupakan sifat-sifat atau karakter terpenting guna dikontrol sebab berhubungan langsung mengenai keinginan serta kepuasan konsumen. Penilaian

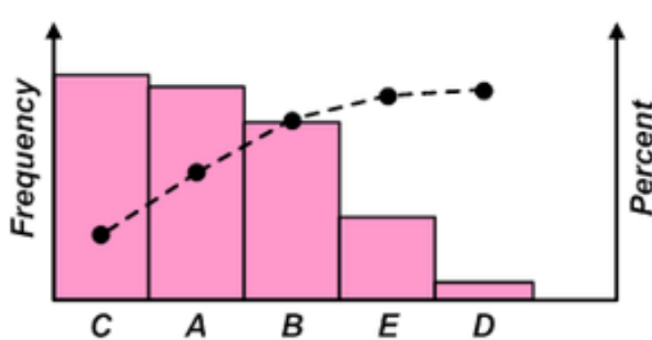


mengenai metode untuk melakukan pengukuran harus dijalankan supaya sistem tersebut dilakukan dengan efisien dan efektif (Gaspersz, 2002).

*Critical to quality* (CTQ) memiliki tujuan guna memutuskan bagian-bagian yang mungkin akan memberikan kepuasan terhadap konsumen. Perusahaan pasti dapat mengidentifikasi serta menjelaskan bagaimana spesifikasi dari CTQ untuk bisa dilakukan pengukuran dan didokumentasikan. Oleh sebab itu, perusahaan dapat mengkorelasikan atau menyambungkan antara pengukuran CTQ dan pengendalian untuk bisa merencanakan langkah selanjutnya guna mendapatkan peningkatan proses.

#### 2.5.1.4 Diagram Pareto

Menurut Heizer dan Render (2006), diagram pareto merupakan alat statistik yang digunakan mengatur terjadinya masalah atau ketidaksesuaian, masalah tersebut adalah kecacatan yang memberikan bantuan untuk fokus pada upaya pemecahan masalah. Pada diagram pareto terdapat kaidah 80 banding 20, yang memiliki arti 80% ketidakmampuan proses berkeja dapat disebabkan oleh 20% kecacatan yang terjadi. Gambar 2.2 Merupakan contoh dari diagram pareto.



Gambar 2.2 Contoh Diagram Pareto  
Sumber: Heizer dan Render (2006)

Diagram pareto merupakan campuran dari dua jenis bentuk grafik ialah grafik balok dan garfik baris, yang memiliki fungsi guna:

1. Memperllihatkan masalah utama
2. Menjabarkan mengenai perbandingan diantara masalah-masalah yang ada pada total semuanya.
3. Memperllihatkan mengenai perbandingan untuk sebelum dan setelah dilakukannya revisi atau perubahan.

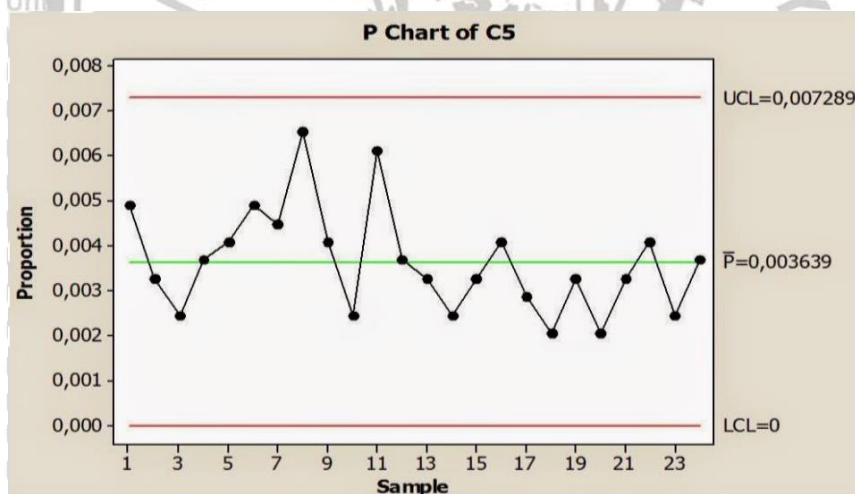
## 2.5.2 Measure

Menurut Pande *et al* (2005), *measure* adalah suatu tahapan peralihan utama, yang memiliki fungsi guna memilah-milah masalah dan mengawali mengidentifikasi sumber permasalahan yang mana berfokus pada masalah terbesar menurut tingkatan proses atau *output*. Dalam tahap *measure* mempunyai tiga hal penting yang perlu dilaksanakan, yaitu memilih spesifikasi kualitas kritis yang berkaitan dengan keperluan konsumen, merancang konsep dokumentasi data berasal dari perhitungan pada tahap proses, *output*, serta *outcome* dan menghitung kemampuan saat ini pada tahap proses (Gaspersz, 2005).

Langkah yang dilakukan pada tahapan *measure* adalah pembuatan peta kendali, perhitungan DPMO dan level *sigma*, serta penggunaan *seven tools*.

### 2.5.2.1 Peta Kendali (Control Chart)

Peta kontrol atau peta kendali merupakan peta dimanfaatkan guna mendapatkan suatu kondisi yang terarah atau terkendali, yaitu dimana seluruh nilai rerata dan sub kelompok diantara garis batas yang dapat dikendalikan seperti dapat dilihat pada gambar 2.3 merupakan contoh dari peta kendali (Gaspersz, 2005).



Gambar 2.3 Contoh Peta Kendali

Sumber: Park (2005)

Peta kontrol dapat dimanfaatkan sebagai:

1. Memastikan bahwa suatu proses sistem mampu dikendalikan atau variasi faktor khusus menyebabkan hilang dari sistem tersebut.
2. Mengontrol sistem secara berkelanjutan dalam waktu sistem berlangsung supaya sistem tersebut dapat berjalan konsisten menurut statistik serta cuma terdapat variasi faktor umum.



3. Memastikan kapabilitas proses, dimana dilakukan sesudah sistem mampu dikendalikan, garis batas variasi sistem proses bisa dipastikan.

4. Pada implementasi DMAIC, peta kontrol dimanfaatkan pada tahap *measure* untuk mengukur apakah sistem yang berjalan berada dalam batas kendali yang diinginkan atau direncanakan.

Pada peta kendali terdapat beberapa keterangan penting yang harus dimasukkan, yaitu sebagai berikut ini (Pyzdek, 2002):

1. Batas tengah (*center line*) yang sering dilambangkan dengan CL
  2. Dua garis batas kontrol (*control limits*), ialah:
    - a. Batas kontrol yang berada di atas batas tengah yang disebut batas kontrol atas (*upper control limits*) dilambangkan dengan UCL.
    - b. Batas kontrol yang berada di bawah batas tengah yang disebut batas kontrol bawah (*lower control limits*) dilambangkan dengan LCL.
  3. Sebaran nilai hasil perhitungan kualitas yang memperlihatkan kondisi dari sistem.
- Pada penelitian ini akan dipergunakan peta kendali atribut dan peta kendali variabel.

Berikut ini merupakan pengertian dan rumus perhitungan dari peta kendali atribut dan peta kendali variabel:

1. Peta kendali atribut

Menurut Garpersz (2002), peta kendali atribut adalah hanya terdapat dua kemungkinan atau karakteristik untuk sesuai dengan spesifikasi atau tidak sesuai dengan spesifikasi.

Secara umum peta kendali atribut dapat diidentifikasi menggunakan peta kendali, sebagai berikut ini:

- a. *P chart*, dimanfaatkan sebagai mengidentifikasi seberapa banyak produk yang gagal atau tidak sesuai spesifikasi selama proses inspeksi dari keseluruhan produk yang dikontrol. Total sampel yang dipergunakan dalam peta Kendali *P chart* dapat berbeda-beda dalam setiap inspeksi. Berikut ini merupakan rumus perhitungan dari peta kendali *P chart* menurut Heizer dan Render, 2006.

1. Menghitung proporsi kecacatan ( $p$ )

$$p = \frac{\text{total produk yang cacat dalam sub grup}}{\text{total produk yang diinspeksi}} \quad (2-1)$$

2. Menghitung garis tengah atau *center line* (CL)

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2-2)$$



Keterangan:

$\sum np$  = Jumlah total produk cacat

$\sum n$  = Jumlah total produk yang diinspeksi

3. Menghitung batas kontrol atas atau *upper control limits* (UCL)

$$UCL = \bar{p} + \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots (2-3)$$

Keterangan:

$\bar{p}$  = Rata-rata produk cacat atau *center line*

$n$  = Jumlah sampel

4. Menghitung batas kontrol bawah atau *lower control limits* (UCL)

$$UCL = \bar{p} - \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots (2-4)$$

Keterangan:

$\bar{p}$  = Rata-rata produk cacat atau *center line*

$n$  = Jumlah sampel

- b. NP *chart*, dimanfaatkan sebagai mengidentifikasi total produk yang terdapat spesifikasi khusus atau menghitung jumlah cacat dalam sebuah sampel dan harus dipergunakan dalam total sampel yang sama.

2. Peta kendali variabel

Peta kendali variabel adalah spesifikasi kualitas yang jelaskan melalui pengukuran dalam berbentuk angka atau kuantitatif pada produk yang banyak (Heizer dan Render, 2005). Skala numerik dapat diukur untuk semua dimensi, seperti: berat, volume, panjang, Ph, dan lain-lain. Dalam penelitian ini menggunakan peta kendali X dan R.

a. Peta kendali X-bar dan R

Peta kendali X-bar (rata-rata) dan R (*range*) dimanfaatkan guna mengidentifikasi proses yang memiliki spesifikasi berdimensi kontinyu, oleh sebab itu peta kendali X-bar dan R kerap dikatakan peta kendali guna data variabel. Peta kendali X berfungsi untuk:

- Melihat variabel yang berubah dari penyebarannya atau distribusi awal terhadap pusatnya.
- Mengontrol sistem apakah terdapat pada rentang batas toleransi yang diperbolehkan.



- Mengontrol rerata produk yang diproduksi agar konsisten pada ketentuan yang diinginkan.

Peta kendali R berfungsi untuk:

- Melihat perbedaan pada penyebarannya.
- Melihat taraf ketelitian atau presisinya sistem yang diukur melalui penelusuran nilai *range* dari sampel yang digunakan.

Berikut ini rumus yang digunakan dalam menghitung X-bar *Chart*

- Menghitung rerata dalam per pengamatan menurut Besterfield, 2001.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots \dots \dots (2-5)$$

Keterangan:

$\bar{X}$  = Rata-rata sampel per pengamatan

$x_i$  = Sampel per pengamatan

$n$  = Banyak sampel

- Menghitung rerata total atau *center line* (CL) menurut Besterfield, 2001.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{X}_i}{k} \dots \dots \dots (2-6)$$

Keterangan:

$\bar{\bar{X}}$  = Rerata total atau *center line* (CL)

$\bar{X}_i$  = Jumlah rerata sampel per pengamatan

$k$  = Banyak pengamatan

- Menghitung *Range* (R) menurut Besterfield, 2001

$$R = X_{max} - X_{min} \dots \dots \dots (2-7)$$

Keterangan:

$X_{max}$  = Nilai sampel terbesar

$X_{min}$  = Nilai sampel terkecil

- Menghitung *upper control limit* (UCL) menurut Besterfield, 2001

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} \dots \dots \dots (2-8)$$

$A_2$  = Nilai tabel faktor untuk batas kendali ( $3\sigma$ )

- Menghitung *lower control limit* (LCL) menurut Besterfield, 2001

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} \dots \dots \dots (2-9)$$

$A_2$  = Nilai tabel faktor untuk batas kendali ( $3\sigma$ )

Berikut ini rumus yang digunakan dalam menghitung *R Chart*

- a. Menghitung rerata *Range* atau *center line* (CL) menurut Besterfield, 2001

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{k} \dots \dots \dots (2-10)$$

Keterangan:

$\bar{R}$  = Rerata *Range*

$R_i$  = *Range* sampel per pengamatan

$k$  = Banyak sampel per pengamatan

- b. Menghitung *upper control limit* (UCL) menurut Besterfield, 2001

$$UCL = D_4 \times \bar{R} \dots \dots \dots (2-11)$$

$D_4$  = Nilai tabel faktor untuk batas kendali ( $3\sigma$ )

- c. Menghitung *lower control limit* (LCL) menurut Besterfield, 2001

$$LCL = D_3 \times \bar{R} \dots \dots \dots (2-12)$$

$D_3$  = Nilai tabel faktor untuk batas kendali ( $3\sigma$ )

Berikut ini merupakan daftar nilai tabel faktor untuk batas kendali ( $3\sigma$ )

Tabel 2.3

Daftar Nilai Tabel Faktor Untuk Batas Kendali ( $3\sigma$ )

Ukuran Sampel (n)	Faktor Rata-rata ( $A_2$ )	Faktor untuk Peta Kendali R ( $D_3$ )	Faktor untuk Peta Kendali R ( $D_4$ )
2	1,880	0	3,268
4	0,729	0	2,282
5	0,577	0	2,114
6	0,483	0	2,004
8	0,373	0,136	1,864
10	0,308	0,223	1,777
12	0,266	0,283	1,717
14	0,235	0,328	1,672
16	0,212	0,363	1,637
18	0,194	0,391	1,608
20	0,180	0,415	1,585

Sumber: Besterfield (2001)

### 2.5.2.2 DPMO dan Level Sigma

*Defect per million opportunities* (DPMO) merupakan rumus perhitungan untuk mengukur jumlah cacat produk yang diproduksi dalam satu juta kesempatan (Evans dan Lindsay, 2007). DPMO dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut ini menurut Gaspersz, 2002:

$$DPMO = \left( \frac{D}{(U \times O)} \right) \times 1.000.000 \dots \dots \dots (2-13)$$

Keterangan:



DPMO = *Defect per Million Opportunities*

D = Jumlah produk cacat

U = Jumlah unit produk yang diproduksi

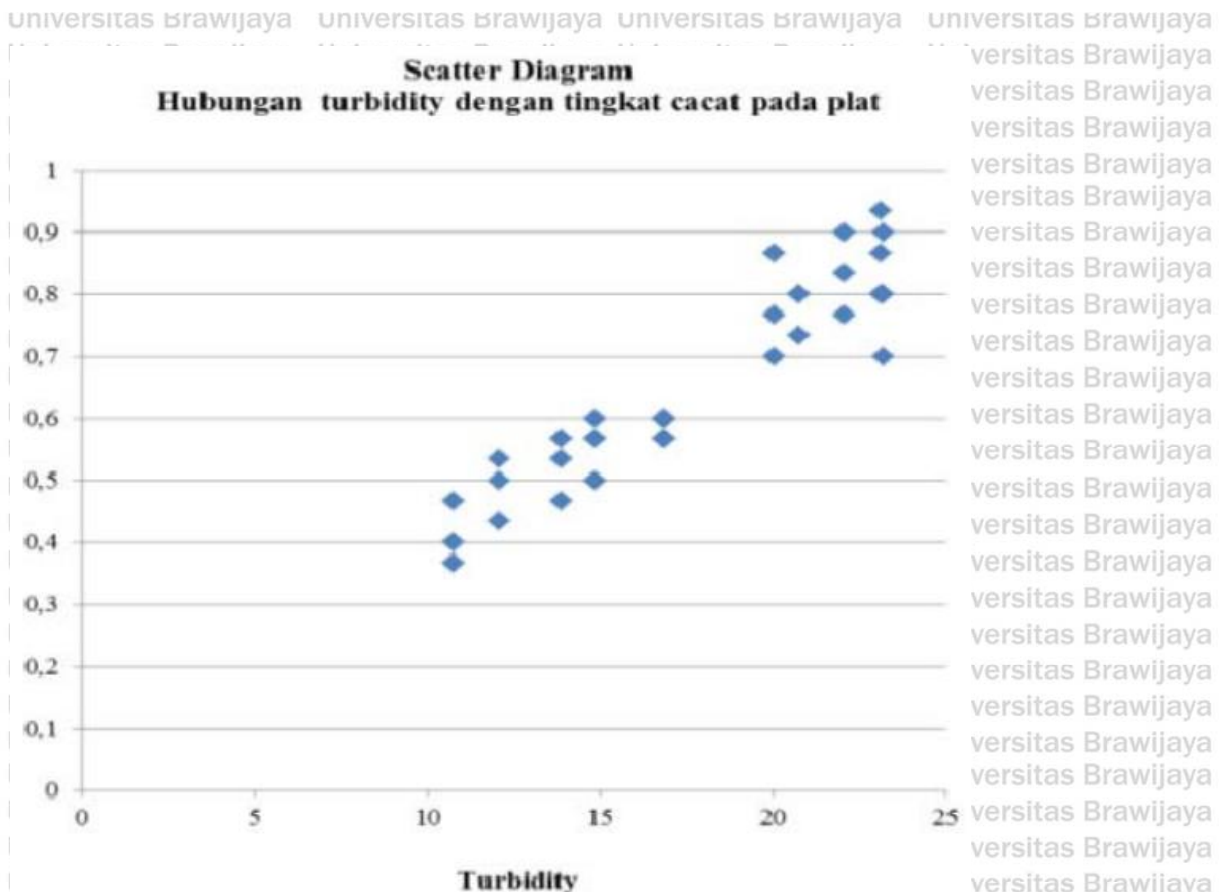
O = Jumlah kesempatan untuk terjadinya cacat

Level *sigma* diperoleh sesudah melakukan perhitungan dari DPMO. Level *sigma* didapatkan dari konversi nilai DPMO dengan menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel (Bass & Lawton, 2009). Berikut ini merupakan rumus konversi nilai DPMO ke level *sigma* menurut Gaspersz, 2002:

$$\text{Level Sigma} = \text{normsinv} \left( \frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (2-14)$$

### 2.5.2.3 Scatter Diagram

Menurut Ariani (2004), *scatter diagram* merupakan gambar yang menginterpretasikan peluang terjadinya hubungan atau korelasi diantara dua variabel dan juga memperlihatkan hubungan kedekatan antara variabel yang selalu disebut semacam koefisien korelasi. Data digabungkan tidak sekadar untuk dilihat karakteristik kualitasnya, selain itu untuk mencermati aspek-aspek yang dapat memiliki pengaruh terhadap karakteristik kualitas. Dari *scatter diagram* dapat diinterpretasikan untuk faktor pada sumbu X dan sumbu Y seberapa besar korelasinya dengan nilai *r* (rho), merupakan besaran nilai atau angka yang memperlihatkan tingkat kedekatan atau kekuatan dari kedua faktor itu. Nilai rho semakin sama dengan satu maka, hubungannya semakin dekat atau kuat dan sebaliknya. Sedangkan kecondongan atau tren dari arah grafik dapat bernilai positif, jika data-data pada sumbu X mengalami peningkatan dan untuk nilai *negative* sebaliknya. Jika, data tersebar tidak beraturan atau tidak memiliki pola maka data-data tersebut antara dua variabel tersebut tidak terdapat pengaruhnya. Berikut ini merupakan contoh gambar 2.4 *scatter diagram* kualitas air dengan tingkat kecacatan plat, dimana sumbu Y merupakan *Turbidity* dan sumbu X merupakan tingkat cacat pada plat.



Gambar 2.4 Scatter Diagram Kualitas Air dengan Tingkat Kecacatan Plat  
Sumber: Afni, dkk (2017)

### 2.5.3 Analyze

*Analyze* adalah mengidentifikasi sumber masalah yang kemudian akan dilakukan *improvement*. Tahap *analyze* memiliki tujuan guna memahami respon yang diharapkan dan melakukan identifikasi sumber masalah yang bisa jadi faktor munculnya variasi saat sistem berlangsung (Juran, 1993). Menurut Pande (2000), tahap *analyze* bertujuan untuk identifikasi tahap-tahap yang diperlukan guna menjalankan pada peningkatan suatu proses dan meminimasi penyebab variasi.

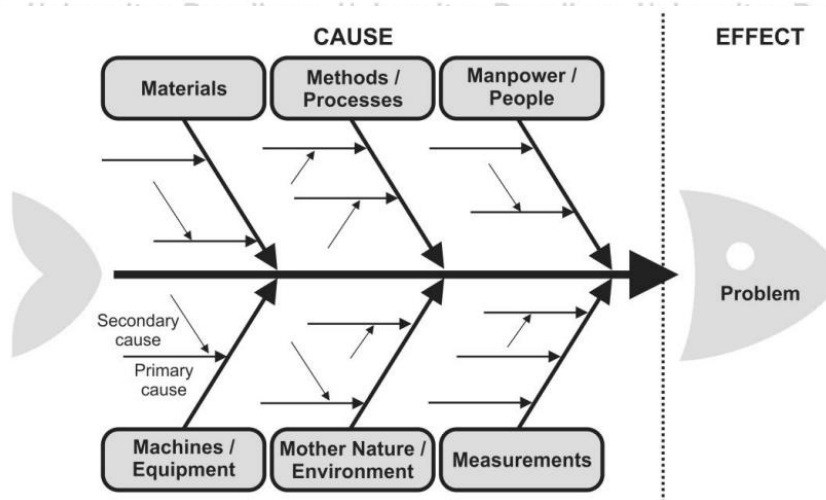
Pada penelitian ini akan menggunakan *fishbone diagram* dan alat statistik non parametrik guna mengidentifikasi kemungkinan yang menjadi penyebab terjadinya variasi pada proses.

#### 2.5.3.1 Fishbone Diagram

*Fishbone diagram* (diagram tulang ikan) atau diagram sebab akibat adalah metode yang dipakai guna memberikan identifikasi dan analisis dari suatu proses atau keadaan yang berlangsung (Tjiptono dan Diana, 2001). *Fishbone diagram* memperlihatkan keterkaitan



secara terstruktur antara *output* atau respon atau fenomena yang memiliki potensi berbentuk sistematis. Pada gambar 2.5 Merupakan contoh dari *fishbone diagram*.



Gambar 2.5 Contoh Fishbone Diagram

Sumber: Hristoski, *et al* (2017)

Menurut Pande, *et al* (2003), dalam *fishbone diagram* ditemukan enam aspek yang merupakan akar permasalahan, dimana aspek atau faktor tersebut adalah sebagai berikut ini:

1. *Material*

*Material* merupakan sesuatu yang menjadi sumber daya atau *input* yang akan selanjutnya dilakukan pemrosesan, sehingga memberikan nilai tambah.

2. *Method*

*Method* merupakan aktivitas untuk melakukan sesuatu hal atau petunjuk dalam melakukan suatu pekerjaan.

3. *Machine and Equipment*

*Machine and Equipment* merupakan peralatan atau benda yang dipergunakan untuk membantu manusia dalam melakukan proses-proses suatu pekerjaan atau aktivitas.

4. *Measurement*

*Measurement* merupakan cara untuk melakukan perhitungan atau penilaian standar suatu pekerjaan, yang mana termasuk aktivitas inspeksi.

5. *Mother Nature/Environment*

*Mother Nature/Environment* merupakan suatu ruang atau tempat untuk berlangsungnya aktivitas-aktivitas atau proses dilakukan. *Environment* dapat dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal.

6. *Man Power*

*Man Power* merupakan individu atau kelompok yang melakukan aktivitas-aktivitas.



### 2.5.3.2 Mann Whitney Test

*Mann whitney test* atau *Wilcoxon Rank Sum Test* adalah termasuk uji non parameterik dimana pengujian hipotesis signifikansi perbandingan dua sampel yang independen. Menurut Andi (2007) uji *Mann Whitney*, merupakan pengujian komparatif median dari dua sampel independen, sampel-sampel acak dimana didapatkan dari populasi yang memiliki distribusi normal atau tidak. Pengujian *Mann Whitney* memiliki sensitivitas yang tinggi pada perubahan median, selain itu uji *Mann Whitney* juga dapat melakukan pengujian pada mean.

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam pengujian *Mann whitney Test* adalah sebagai berikut ini (Siegel, 1997):

1. Data dapat dalam berbentuk minimal skala ordinal atau skala interval atau skala rasio.
2. Variabel bersifat acak dan terdapat pada dua sampel saja.
3. Dua sampel harus bersifat independen.
4. Dua sampel memiliki variansi yang sama atau homogen (Apabila data yang diuji berdistribusi normal maka menggunakan pengujian *Levene's Test*, sedangkan untuk berdistribusi tidak normal menggunakan *Fisher F Test*).

Uji *Mann Whitney* akan dilakukan menggunakan bantuan dari *software* SPSS. Dalam penelitian ini akan menguji apakah perbedaan operator memberikan perbedaan dalam persentase jumlah cacat setiap produksi.

### 2.5.4 Improve (Wahyuni, dkk, 2015)

Pada tahapan *improve* adalah melakukan aktivitas atau rancangan yang mau digunakan guna mencegah atau memperbaiki sumber permasalahan, selanjutnya memilih salah satu atau beberapa konsep yang bisa menjadi rekomendasi perbaikan dengan tujuan memperoleh harapan namun memerlukan sumber daya dan biaya seminim mungkin (Pande *et al*, 2005).

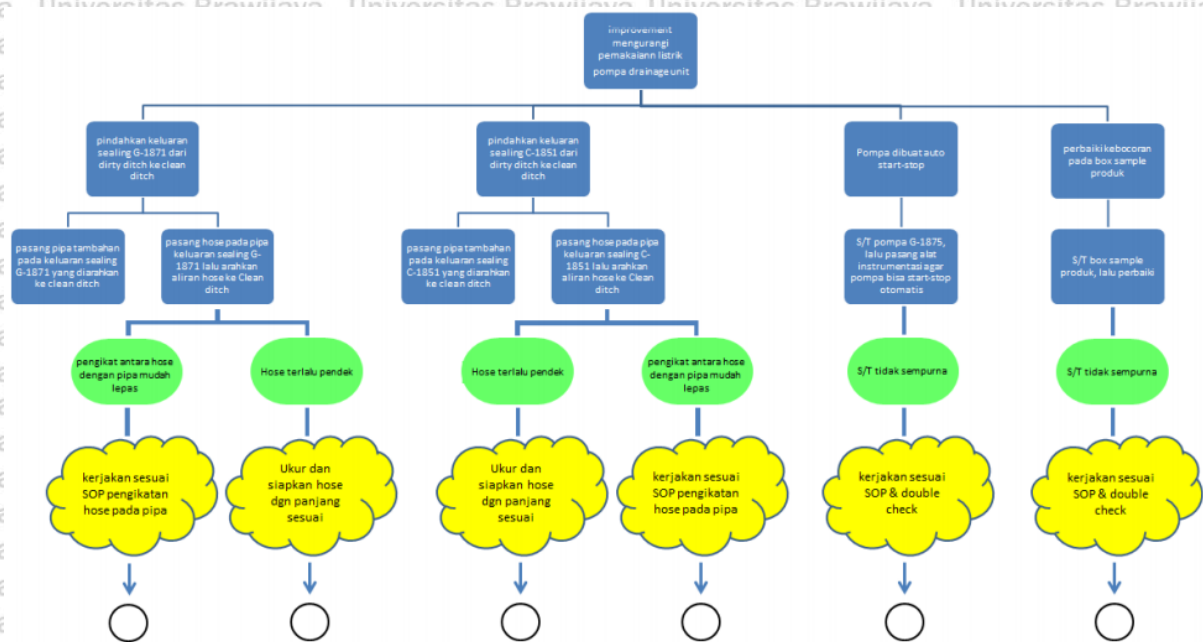
#### 2.5.4.1 PDPC (Process Decision Program Chart)

*Process decision program chart* (PDPC) merupakan sebuah pendekatan guna melakukan identifikasi masalah yang mungkin terjadi dan direncanakan untuk aktivitas preventif (Chandradevi dan Puspitasari, 2016). Diagram PDPC memiliki tujuan guna tindakan preventif terhadap masalah yang berpotensi terjadi dan membantu merekomendasikan menyelesaikan atau mengantisipasi guna mengurangi permasalahan untuk tidak membias di tiap masing cabangnya. Berikut contoh gambar 2.6 diagram PDPC.

Menurut Michalski (1997) penggunaan secara umum *Program Decision Process Chart* (PDPC) disusun dengan dengan tiga tujuan, yaitu:



1. Sebagai pelaksanaan rencana yang mungkin diterapkan (*contingency planning*) sebelum dilakukannya aktivitas yang kompleks dan tidak memiliki kepastian yang tinggi.
2. Sebagai menentukan aktivitas antisipasi (*countermeasure*) yang berpotensi untuk meminimasi masalah-masalah yang timbul saat aktivitas penyebab khusus terjadi.
3. Sebagai tindakan preventif masalah-masalah dan menentukan konsekuensi akibat timbulnya kesalahan atau perbedaan dalam menyusun rencana.



Gambar 2.6 Diagram PDPC Mengurangi Pemakaian Listrik pada Pompa Drainage Unit

Sumber: Setyaning dan Abdullah (2017)

#### 2.5.4.2 Poka Yoke

Menurut Dudek-Burlikowska (2009), *Poka Yoke* adalah suatu pendekatan dan kebijakan mengenai pencegahan untuk kegagalan atau terjadinya cacat melalui akar permasalahannya dengan melaksanakan kontrol atau pengawasan secara berkelanjutan hingga tidak terjadi kecacatan atau *zero defect product*. Selain itu, *Poka Yoke* adalah suatu pendekatan untuk mengantisipasi terjadinya kecacatan yang disebabkan dari kelalaian pekerjaan manusia.

*Poka Yoke* memiliki tiga fungsi dasar, yaitu:

1. *Warning*

Berfungsi untuk memberikan peringatan bagi pekerja apabila berjalan tidak semestinya. Peringatan tersebut dapat memberikan tanda berupa bunyian, lampu yang aktif, dan lain-lain.

2. *Control*

Berfungsi untuk mengendalikan dan menemukan bagian atau proses atau aktivitas yang mungkin terjadinya masalah.

### 3. *Shutdown*

Berfungsi untuk pengawasan alat-alat *Poka Yoke* melalui pemeriksaan kriteria atau indikator proses kritis dan membatalkan atau menyetop aktivitas jika jauh dari penyimpangan yang diperbolehkan.

#### 2.5.5 *Control*

Tahapan *control* adalah bertujuan untuk melindungi atau memelihara supaya suatu sistem bisa berjalan dengan baik dan melakukan penilaian atas perubahan yang telah dilakukan sebelumnya, sehingga hasil dari dampak atau respon yang ditimbulkan dari perbaikan diharuskan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Proses yang dilakukan pada tahap *control* perlu dilakukan dalam jangka waktu tertentu dan diawasi secara berkelanjutan untuk melihat hasil terhadap peningkatan kualitas (Wahyuni, dkk. 2015).







(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini memberikan penjelasan mengenai jenis penelitian, tahapan dari penelitian, tempat dan waktu penelitian, kebutuhan data yang digunakan dalam penelitian, serta diagram alir penelitian agar penelitian berjalan sistematis dan terarah.

### 3.1 Jenis Penelitian

Pada penelitian ini adalah termasuk jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian deskriptif ialah metode penelitian guna memberikan gambaran mengenai kondisi saat ini serta menjelaskan suatu kegiatan guna memberi tahu kondisi suatu objek yang akan diteliti dengan tepat dan memberikan analisis dan juga pemecahan masalah.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Tirtamas Lestari Banyuwangi pada departemen produksi yang memiliki alamat di Jalan Argopuro No. 72 desa Klatak, Kecamatan Kalipuro, Kabupaten Banyuwangi. Penelitian ini dilakukan pada rentang waktu bulan Oktober 2020 hingga selesai.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Berikut merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini, yang terdiri dari pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

#### 3.3.1 Tahap Pendahuluan

Pada tahapan pendahuluan ini terdiri dari beberapa langkah beserta penjelasannya, yaitu sebagai berikut ini.

##### 1. Studi lapangan

Permulaan dari penelitian ini adalah dengan melihat kondisi sebenarnya dari permasalahan yang dihadapi oleh PT Tirtamas Lestari Banyuwangi secara langsung.



Studi lapangan dilakukan dengan mencatat data-data atau informasi yang diperlukan dengan cara menanyakan atau mewawancarai dengan pihak yang bersangkutan. Hasil wawancara yang dilakukan pada *stakeholder* departemen produksi dikumpulkan untuk mengetahui serta mengidentifikasi penyebab permasalahan yang terjadi pada proses produksi. Kemudian dilanjutkan dengan langkah berikutnya yaitu studi literatur.

## 2. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara menggabungkan berbagai macam informasi yang dapat digunakan sebagai acuan yang sesuai atas permasalahan atau keadaan pada hasil studi lapangan. Studi literatur diperoleh dari berbagai macam sumber, seperti buku, jurnal, skripsi, artikel ilmiah, laporan praktikum, prosiding, penelitian yang sudah dilakukan terlebih dahulu, dan lain-lain yang dapat digunakan untuk menunjang penelitian ini. Berikut ini merupakan beberapa konsep atau teori yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *six sigma* dengan pendekatan DMAIC, *fishbone diagram*, diagram SIPOC, diagram pareto, peta kendali, alat uji statistik non parametrik *Mann Whitney Test*, dan metode untuk rekomendasi perbaikan kualitas.

## 3. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah diperoleh dari pengamatan secara langsung di lapangan pada departemen produksi PT Tirtamas Lestari Banyuwangi. Hasil pemahaman mengenai kondisi di lapangan maka peneliti bisa memberikan hasil identifikasi bersama *stakeholder* perusahaan mengenai permasalahan yang dihadapi, yaitu selama proses produksi masih terjadi cacat produk.

## 4. Rumusan masalah

Rumusan masalah adalah menguraikan masalah setelah dilakukannya identifikasi masalah. Rumusan masalah memberikan penjelasan mengenai permasalahan dengan terperinci sehingga dapat mencapai tujuan dari penelitian ini.

## 5. Tujuan penelitian

Tujuan penelitian merupakan hasil yang ingin diperoleh berdasarkan rumusan masalah yang sudah ditetapkan terlebih dahulu. Tujuan penelitian ditetapkan agar penelitian dapat berfokus pada permasalahan terdapat di lapangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat memberikan rekomendasi perbaikan guna mengurangi bahkan menghilangkan produk cacat selama proses produksi di PT Tirtamas Lestari Banyuwangi.



### 3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahapan pengumpulan data adalah menggabungkan informasi-informasi mengenai penelitian ini yang bertujuan sebagai penunjang dalam menyelesaikan permasalahan yang ada. Jenis data yang akan digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data atau informasi tersebut didapatkan melalui pengamatan langsung dan wawancara.

#### 1. Data primer

Data primer ialah informasi yang didapatkan dengan pengamatan dan pengukuran serta wawancara dengan stakeholder terkait secara langsung pada departemen produksi PT Tirtamas Lestari Banyuwangi. Berikut merupakan data primer atau informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

- a. Keterangan mengenai *critical to quality* (CTQ) produk
- b. Data proses produksi, total hasil produksi, dan total cacat produk dalam periode tertentu
- c. Informasi mengenai sumber penyebab cacat produk

#### 2. Data sekunder

Data sekunder ialah informasi yang didapatkan dengan cara diberikan oleh pihak perusahaan. Data sekunder ini bersumber dari dokumen atau catatan-catatan yang telah ada sebelumnya. Berikut merupakan data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

- a. Profil perusahaan
- b. Informasi mengenai data jumlah produksi dan cacat produksi dalam periode tahun 2020
- c. Jenis dan spesifikasi produksi

### 3.3.3 Tahap Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan sebelumnya, kemudian dilanjutkan pada tahap pengolahan data. Pada tahap pengolahan data mengikuti tahapan dari metode *six sigma* dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). Berikut merupakan tahapan dari pengolahan data pada penelitian ini:

#### 1. Tahap *Define*

Pada tahap ini adalah menetapkan target atau tujuan dari kegiatan penelitian ini.

- a. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi dalam proses produksi yang menyebabkan cacat produk.



b. Mengidentifikasi apa hal saja yang terlibat didalam produksi seperti *input*, *output*, dan proses yang terjadi menggunakan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*).

c. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan identifikasi jenis-jenis cacat produk sesuai dengan *critical to quality* (CTQ) yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

## 2. Tahap *Measure*

Pada tahap *measure* adalah dilakukannya pengukuran data kuantitatif dengan cara menghitung sesuai dengan metode yang telah ditentukan. Berikut adalah tahapan pengukuran yang dilakukan:

a. Melakukan pembuatan dan perhitungan peta kendali untuk masing-masing jenis produk cacat. Data yang digunakan dalam pembuatan dan perhitungan peta kendali adalah selama bulan September-November 2020. Peta kendali yang digunakan adalah peta kendali atribut dan peta kendali variabel. Peta kendali digunakan untuk mengetahui apakah proses masih terdapat pada batas atas dan batas bawah seperti yang ingin dikendalikan. Peta kendali atribut digunakan pada cacat kemasan remuk, kemasan *double*, kemasan bocor, dan kemasan cap miring. Perhitungan peta kendali atribut menggunakan rumus peta kendali *P Chart*, untuk nilai CL, UCL, dan LCL dengan persamaan (2-2), (2-3), dan (2-4). Sedangkan peta kendali variabel digunakan pada cacat kemasan volume air kurang menggunakan rumus peta kendali  $\bar{X}$  bar R, untuk nilai CL, UCL dan LCL dengan persamaan (2-6), (2-8), (2-9), (2-10), (2-11), dan (2-12).

b. Menghitung nilai DPMO untuk mengukur total cacat atau ketidaksesuaian dalam satu juta kesempatan sepanjang proses produksi berlangsung dengan menggunakan rumus pada persamaan (2-13).

c. Setelah mendapatkan nilai DPMO adalah menghitung nilai level *sigma* dengan menggunakan persamaan (2-14).

d. Membuat *scatter diagram* yang digunakan untuk melihat apakah terdapat korelasi dengan jumlah produksi dengan total produk cacat. Dengan hal ini dapat memberikan analisis keterkaitan tentang kemungkinan produk cacat akibat jumlah dari produk yang diproduksi.

### 3.3.4 Tahap Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini adalah melakukan analisa dan pembahasan yang diperoleh berdasarkan hasil pengolahan data sebelumnya. Hasil dari pengolahan data tersebut juga akan dipergunakan untuk memberikan rekomendasi perbaikan, sehingga dapat memberikan



penurunan nilai DPMO dan memberikan kenaikan nilai level sigma. Berikut ini merupakan tahapan analisis dan pembahasan:

#### 1. Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* adalah melakukan identifikasi penyebab sumber permasalahan dari produk cacat.

a. Untuk mengerti dan memahami akar permasalahan dari penyebab produk cacat adalah menggunakan *fishbone diagram*, sehingga dapat memberikan rekomendasi perbaikan yang tepat.

b. Melakukan perhitungan menggunakan alat statistik non parametrik *Mann Whitney Test* guna melihat apakah terdapat perbedaan rata-rata antara operator dan produk cacat.

#### 2. Tahap *Improve*

Tahap *improve* adalah tahapan untuk menyusun rekomendasi perbaikan yang akan dilakukan oleh perusahaan. Rekomendasi perbaikan yang disusun adalah sesuai dengan masalah yang dihadapi untuk mengurangi bahkan menghilangkan produk cacat pada proses produksi adalah menggunakan diagram PDPC (*Process Diagram Program Chart*) dan *Poya Yoke*.

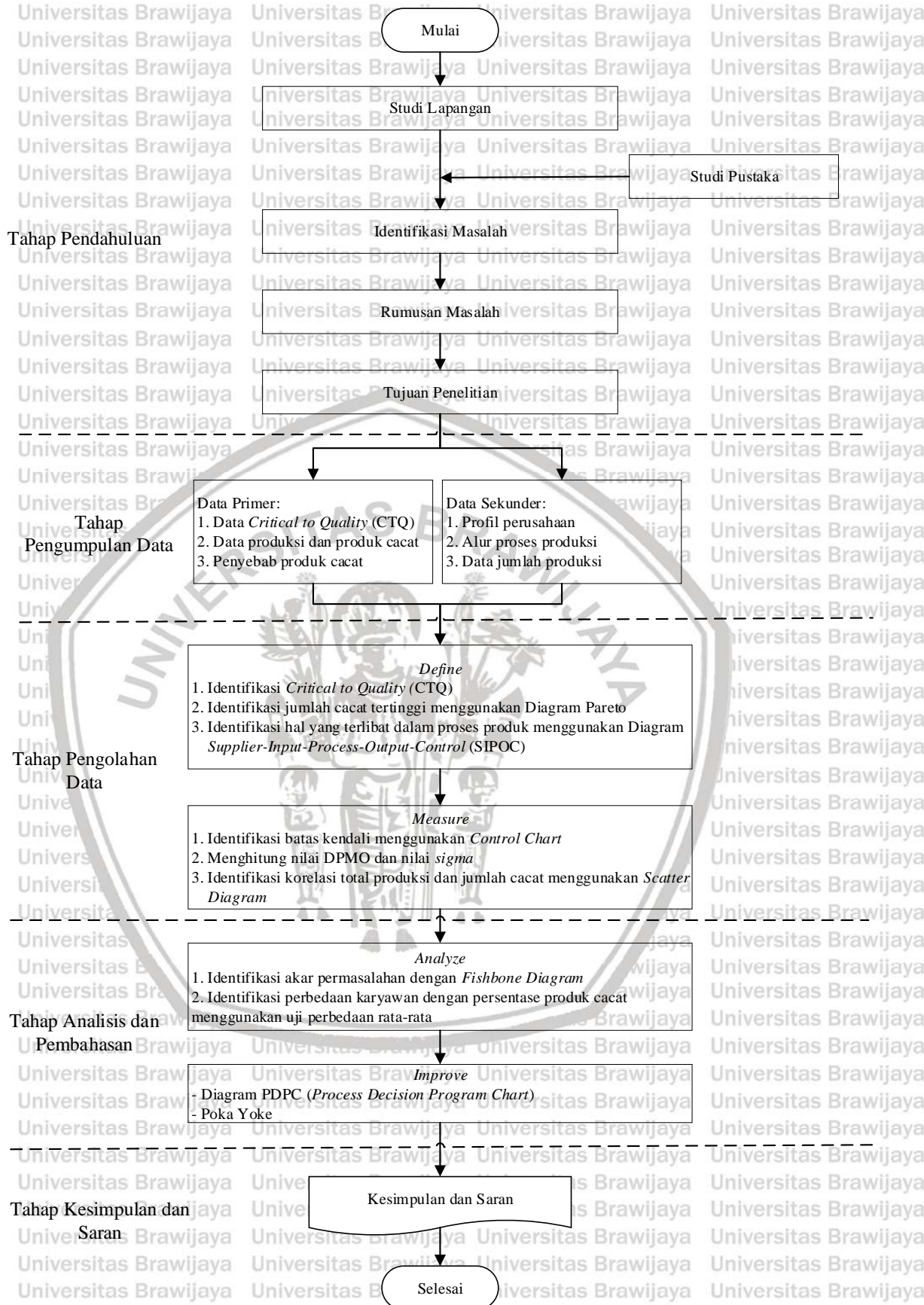
### 3.3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah memberikan kesimpulan mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan pada tahap analisis dan pembahasan. Kesimpulan diberikan untuk memberikan jawaban pada rumusan masalah yang sudah ditetapkan terlebih dahulu dan juga tujuan dari penelitian ini. Saran adalah memberikan pendapat atau usulan dari penulis guna penelitian yang akan dilakukan selanjutnya dan juga rekomendasi perbaikan untuk permasalahan yang dihadapi oleh PT Tirtamas Lestari Banyuwangi.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian adalah gambaran dari urutan tahapan penelitian berbentuk diagram yang sudah dijabarkan sebelumnya. Gambar 3.1 adalah diagram alir penelitian dalam penelitian ini.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini memberikan penjelasan mengenai gambaran umum perusahaan, mendokumentasi informasi-informasi atau data, pengolahan data, dan analisis serta pembahasan hasil penelitian. Pengolahan informasi-informasi atau data yang telah dikumpulkan akan dilakukan menggunakan metode penelitian yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya. Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada sesuai dengan hasil analisis berupa kesimpulan dan saran.

### 4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Pada subbab ini memaparkan tentang profil perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi perusahaan, produk perusahaan, serta proses produksi AMDK.

#### 4.1.1 Profil Perusahaan

PT Tirtamas Lestari merupakan sebuah perusahaan yang telah berdiri sejak tahun 2011, yang berasal dari akuisisi perusahaan AMDK sebelumnya yang memproduksi merk TOTAL selama lebih dari 10 tahun di Indonesia. PT Tirtamas Lestari memiliki tujuan guna sebagai perusahaan air minum yang memiliki kelas internasional dengan menciptakan produk yang selalu berinovasi serta mempunyai produk yang berkualitas. PT Tirtamas Lestari berlokasi pada jalan Argopuro No. 72, Kelurahan Klatak, Kecamatan Kalipuro, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur.

PT Tirtamas Lestari memiliki luas perusahaan sebesar 12.785 meter persegi dengan luas bangunan sebesar 6.500 meter persegi. Sumber mata air yang akan diproduksi oleh perusahaan ini berasal dari sumber mata air yang dibor pada lubang sedalam 100 meter yang berada di bawah kaki Gunung Ijen dengan debit air sekitar 260 meter kubik per hari.

Luas bangunan dari PT Tirtamas terdiri dari 8 bangunan, yaitu satu bangunan musholla, satu bangunan pos satpam, satu bangunan kantin atau tempat istirahat, satu bangunan sumber mata air, satu bangunan untuk alat-alat *maintenance*, satu bangunan untuk mesin-mesin, satu bangunan untuk pengolahan limbah, tempat pembersihan galon, serta bangunan utama yang di dalamnya terdapat kantor, toilet, lantai produksi, gudang bahan baku, gudang bahan jadi, dan laboratorium. terdapat area parkir untuk dan untuk *loading* dan *unloading* truk.



Pada lantai produksi perusahaan terdapat tiga lintasan produksi, yaitu: satu lintasan produksi untuk produk AMDK galon, satu lintasan produksi untuk AMDK gelas, dan satu lantai produksi untuk AMDK botol. Perusahaan ini dalam menjalankan operasional produksinya dikerjakan oleh 66 karyawan. PT Tirtamas Lestari berusaha memberikan fasilitas pelayanan yang unggul dan konektivitas atau hubungan produk berkualitas kepada konsumen, menggunakan jejaring pendistribusian secara kontinu dengan dibantu potensi sumber daya manusia yang memiliki kredibilitas dan semangat tinggi.

#### 4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Visi merupakan sesuatu hal yang hendak dicapai oleh perusahaan atau hal-hal yang memberikan gambaran mengenai sesuatu hal yang akan dicapai pada waktu yang akan datang, sedangkan misi merupakan hal-hal yang dilakukan sebagai pedoman untuk mewujudkan visi. Berikut ini merupakan visi dan misi dari PT Tirtamas Lestari.

1. Visi

Dikenal sebagai produsen lokal air minum alami dalam kemasan dengan kualitas terbaik sesuai standar internasional.

2. Misi

Menjadi produsen air minum dalam kemasan yang menghasilkan produk-produk berkualitas untuk dinikmati berbagai segmen pasar.

#### 4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi memiliki peranan krusial pada sebuah perusahaan untuk menjalankan kegiatan produksi, tidak hanya bagi perusahaan besar namun juga untuk perusahaan berukuran kecil. Struktur organisasi pada PT Tirtamas Lestari Banyuwangi memberikan gambaran mengenai tugas dan fungsi pokok dalam setiap departemen atau jabatan yang ditugaskan kepada setiap orang yang berperan dalam keberlangsungan proses produksi dengan tujuan perusahaan dapat berjalan lebih efektif dan efisien. Berikut ini merupakan struktur organisasi PT Tirtamas Lestari Banyuwangi pada Gambar 4.1.

Berikut ini merupakan deskripsi mengenai peranan dan kewenangan dari setiap fungsi atau jabatan dalam PT Tirtamas Lestari Banyuwangi:

1. *Head of Business Unit*

*Head of Business Unit* memiliki tanggung jawab dalam meningkatkan kapasitas produksi, teknologi proses, dan kepastian mutu secara berkesinambungan. Selain itu, juga harus dapat menjalankan operasional produksi secara tepat atau cermat dan



melakukan pengembangan kompetensi atau kemampuan dari sumber daya manusia. *Head of Business Unit* dijabat oleh satu orang yang membawahi dari 6 bagian atau departemen lainnya dan memiliki atasan yang berada pada *top management* perusahaan secara keseluruhan. *Head of Business Unit* memiliki partner atau rekan kerja dalam menjaga keberlangsungan proses produksi baik dari bahan baku hingga distributor kepada konsumen, yaitu merupakan banyak vendor.

## 2. *Finance & Accounting Departement Head*

*Finance & Accounting Departement Head* memiliki peranan dalam melakukan merencanakan, koordinasi, pengawasan, pengendalian dalam kebijakan akuntansi perusahaan, urusan perpajakan, menyelesaikan dan penyesuaian prosedur keuangan, serta memonitor pengembangan data dan sistem informasi supaya dalam persiapan proses produksi tidak mengalami kendala dan tertib administrasi. *Finance & Accounting Departement Head* dilakukan hanya dijabat oleh satu orang saja, serta bertanggung jawab kepada *Head of Business Unit*.

## 3. *Production Department Head*

*Production Department Head* memiliki peranan dalam merencanakan, pengarahan, memonitor dan pengendalian tugas-tugas operasional dalam memproduksi produk, serta sumber daya yang terdapat pada rantai produksi dengan target untuk dapat memenuhi tingkat produktivitas, efektivitas, efisiensi, dan improvement yang tinggi. Dalam menjalankan peranannya, *Production Department Head* memiliki satu orang bawahan langsung dan 31 orang karyawan kontrak, serta bertanggung jawab kepada *Head of Business Unit*.

## 4. *Demand Planner Head*

*Demand Planner Head* memiliki tanggung jawab dalam melakukan koordinasi aktivitas persiapan dan perencanaan produksi dengan menjadwalkan penerimaan serta mengatur mekanisme dan sistem penyimpanan bahan baku, bahan kemas, dan bahan pendukung lainnya untuk departemen produksi. Selain itu, bertanggung jawab dalam melakukan koordinasi penerimaan, penyimpanan, serta pengiriman produk jadi kepada distributor sesuai dengan order dari marketing agar berjalan tepat waktu dan sesuai target. *Demand Planner Head* dalam menjalankan peranannya dibantu oleh 2 orang bawahan langsung dan 10 orang karyawan kontrak, serta bertanggung jawab kepada *Head of Business Unit*.

## 5. HRGA

HRGA memiliki fungsi dalam merencanakan, mengarahkan, memonitor, dan membuat program dalam pengendalian tugas dan fungsi organisasi, penyediaan fasilitas secara



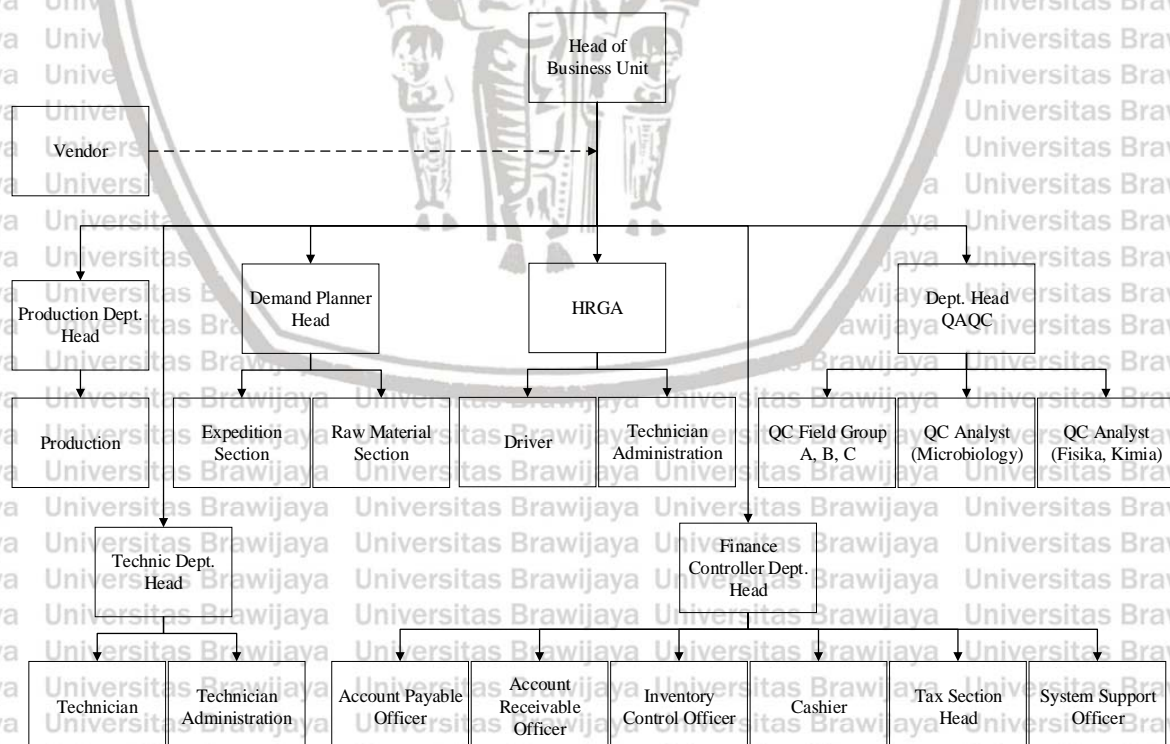
memadai, menyediakan upah secara tepat waktu, penyediaan tenaga kerja sesuai persyaratan jabatan dan pengembangan sumber daya manusia melalui pelatihan. Dalam menjalankan peranannya HRGA dibantu oleh 4 orang bawahan langsung, serta bertanggung jawab kepada *Head of Business Unit*.

#### 6. *Department Head QAQC*

*Department Head QAQC* memiliki fungsi dalam melakukan perencanaan, pengarahan, memonitor, dan pembuatan program dalam mengontrol kualitas mulai dari bahan baku, bahan kemas hingga produk jadi, serta transportasi yang digunakan untuk pendistribusian produk, sehingga dapat memenuhi standar kuantitas dan kualitas produk yang ditetapkan. *Department Head QAQC* dalam menjalankan fungsinya dibantu oleh 5 orang bawahan langsung, serta bertanggung jawab kepada *Head of Business Unit*.

#### 7. *Technic Department Head*

*Technic Department Head* memiliki fungsi dalam melakukan perencanaan, pengarahan, memonitor, dan mengendalikan tugas-tugas operasional mulai dari pengadaan proyek keteknikan, perawatan mesin, utilitas, dan *overhaul* untuk mengurangi *downtime* mesin *waste*, serta menjaga kualitas mesin produksi dan energi yang ada secara efektif dan efisien. Dalam menjalankan fungsinya *Technic Department Head* dibantu oleh 4 orang bawahan langsung, serta bertanggung jawab kepada *Head of Business Unit*.



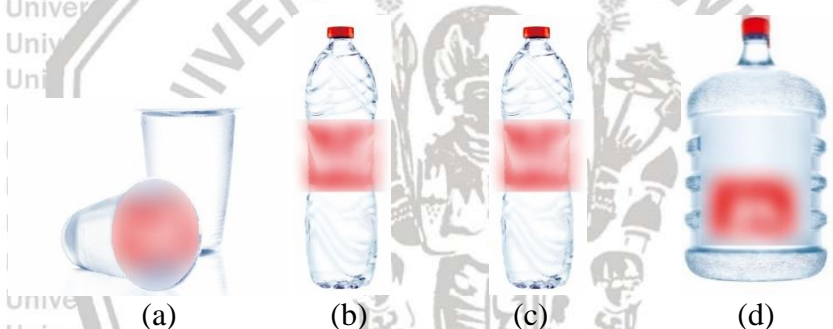
Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi



#### 4.1.4 Produk Perusahaan

PT Tirtamas Lestari Banyuwangi termasuk kedalam satu grup perusahaan pada PT Tirta Investama. PT Tirtamas Lestari Banyuwangi merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi air mineral dalam kemasan, dimana produk yang diproduksi sebanyak 4 jenis produk. Berikut ini merupakan 4 varian produk yang diproduksi pada gambar 4.2. Nutrisi yang terkandung dalam air mineral yang diproduksi adalah kalsium, magnesium, kalium, natrium, bikarbonat, klorida, sulfat, dan silika dengan syarat yang sudah sesuai pada aturan BPOM dan sertifikasi halal. Untuk produk kemasan gelas 220 ml dijual dalam satuan satu karton dengan isi sebanyak 42 buah dan untuk harga jual sekitar Rp. 22.000 per satu karton. Untuk produk kemasan botol 1500 ml dalam satu kardus terdapat 12 botol dengan harga satu karton sekitar Rp. 34.000 dan eceran Rp. 4.000 per satu satuan. Untuk kemasan 600 ml dijual dalam satuan karton dengan isi sebanyak 24 buah dengan harga sekitar Rp. 38.000 per satu karton dan Rp. 2.500 per satu botol. Untuk kemasan galon 19 L dijual dalam isi ulang (*refill*) sekitar Rp. 17.000 dan untuk beserta galonnya sekitar Rp. 50.000 per galon.

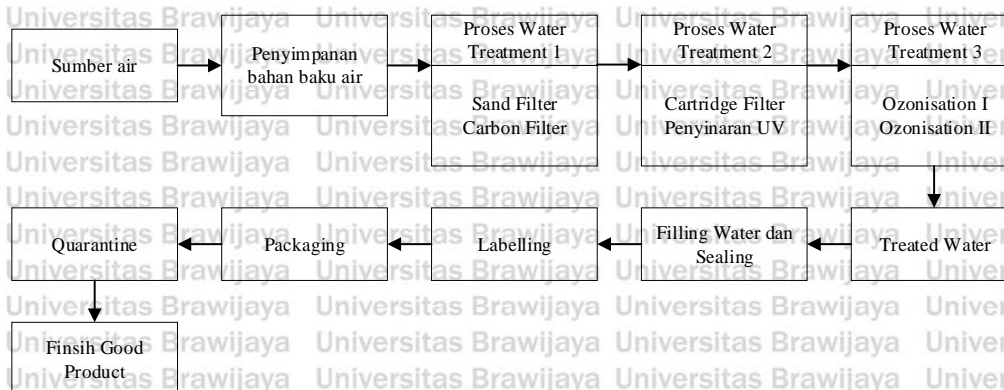


Gambar 4.2 (a) Produk Kemasan Gelas 220 ml, (b) Produk Kemasan Botol 1500 ml, (c) Produk Kemasan 600 ml, dan (d) Produk Kemasan Galon 19 L

Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi

#### 4.1.5 Proses Produksi AMDK

Berikut ini merupakan diagram alir proses produksi air mineral dalam kemasan PT Tirtamas Lestari Banyuwangi pada gambar 4.4.



Gambar 4.3 Proses Produksi Air Mineral Dalam Kemasan

Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi



Berdasarkan gambar 4.3 dari proses produksi air mineral dalam kemasan memiliki beberapa tahapan hingga menjadi produk jadi. Dalam setiap proses tahapan produksi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut ini:

### 1. Sumber Air

Sumber air berasal dari sumur pengeboran air sedalam 100 meter di bawah kaki Gunung Ijen dengan debit air sebesar 260 meter kubik per hari pada gambar 4.7. Air tersebut kemudian dialirkan melalui pipa ke tempat penyimpanan atau penampungan air mentah yang akan dilakukan pemrosesan selanjutnya.



Gambar 4.4 Sumber Air

Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi

### 2. Penyimpanan Bahan Baku Air

Air yang telah dialirkan dari sumber mata air kemudian ditampung dalam tangki penyimpanan (*reservoir*). Penyimpanan air ini juga berfungsi untuk mengendapkan material-material yang akan dibuang seperti endapan lumpur. Penyimpanan air ini terletak di bagian luar pabrik dengan maksud untuk kemudahan dalam membersihkan tangki baik dari dalam maupun luar. Dalam tangki air ini juga akan dilakukan proses *quality control* guna melihat kualitas dari air sebagai bahan baku utama yang diproses pada tahap selanjutnya.

### 3. Proses Water Treatment 1

Pada tahap selanjutnya air dialirkan ke dalam tangki-tangki penyaringan atau filter. Proses penyaringan pertama dilakukan pada *sand filter* yang berfungsi untuk menyaring partikel-partikel kasar atau sisa endapan tanah dan kerikil kecil yang ikut terhisap. Penyaringan ini menggunakan butiran silika hingga ukuran 10 mikron. Tahap selanjutnya adalah air dialirkan ke dalam tangki *carbon filter*. Pada tangki *carbon filter* ini dilakukan proses penyaringan air menggunakan karbon dengan tujuan untuk menghilangkan bau, rasa, dan partikel organik yang beracun lainnya, serta menjernihkan



warna dari air tersebut sebelum dilakukan proses selanjutnya. Berikut ini merupakan gambar 4.7 tangki *sand filter* dan *carbon filter*.



Gambar 4.5 Sand Filter dan Carbon filter

Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi

#### 4. Proses Water Treatment 2

Setelah proses penyaringan air, proses selanjutnya yang dilakukan adalah penyaringan air dari partikel lebih kecil yang masih larut dalam air dengan ukuran hingga 0,45 mikron pada *cartridge filter* seperti dapat dilihat pada gambar 4.8. Air selanjutnya diberikan proses penyinaran menggunakan sinar ultraviolet (UV) yang berfungsi supaya air steril dari bakteri yang dapat menimbulkan penyakit ketika dikonsumsi. Proses sterilisasi ini juga menghilangkan mikroba lain yang mungkin mengkontaminasi selama proses produksi, sinar ultraviolet yang berasal dari lampu memiliki panjang gelombang 254 nanometer.



Gambar 4.6 Cartridge Filter

Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi



### 5. Proses *Water Treatment* 3

Proses *water treatment* yang ketiga adalah strelisasi serta pengawetan air melalui proses ozonisasi. Dalam proses ozonisasi berasal dari proses yang dilakukan dengan cara mengalirkan udara atau oksigen pada tabung reactor dengan tegangan tinggi yang mana molekul dari oksigen ( $O_2$ ) akan dipecah lalu diproses sehingga menjadi molekul ozon ( $O_3$ ). Proses ozoninasi yang pertama adalah menginjeksikan molekul ozon pada air dengan kandungan 2 ppm. Dalam proses ozonisasi dilakukan secara terkontrol tidak boleh kurang atau lebih, sehingga dipantau dengan terus menerus pada mesin yang menampilkan indikator seperti yang dapat dilihat di panel panel monitor ozon pada gambar 4.9. Proses ozonisasi yang kedua adalah memastikan ozon yang tercapur dalam air adalah diantara 0,1 ppm hingga 0,4 ppm mengatur kandungan mineral yang terkandung dalam air. Hasil yang diperoleh dari proses ini adalah air yang telah steril, memiliki bau yang khas, dan juga dapat menjadi awet.



Gambar 4.7 Panel Monitor Ozon

Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi

### 6. *Treated Water*

*Treated water* merupakan produk atau hasil air yang selesai dilakukan pemrosesan, sehingga ditampung pada tangki penyimpanan air atau *finish product* seperti pada gambar 4.10 yang mana selanjutnya dilakukan proses *filling water* atau pengisian pada kemasan produk.





Gambar 4.8 Tangki *Finish Product*

Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi

#### 7. *Filling Water dan Sealing*

Pada proses *filling water* di PT Tirtamas Lestari Banyuwangi terdapat empat jenis kemasan, yaitu kemasan galon 19 L, kemasan gelas 220 ml, kemasan botol 600 ml, dan botol 1500 ml. Proses *filling water* dilakukan pada ruangan yang tertutup dan steril serta suhu ruangan maksimal 25°C. Dalam proses *filling water* air akan dialirkan pada pipa pengisian kemasan dan penutup yang telah distelirkan terlebih dahulu dan dilakukan secara cepat, supaya tidak terjadi kontaminasi bakteri dari luar dan menjamin kualitas dari air kemasan tersebut. Proses *sealing* akan dilakukan pada masing-masing mesin pada setiap jenis kemasan seperti dapat dilihat pada contoh gambar 4.11 mesin *sealing* di kemasan gelas 220 ml.



Gambar 4.9 Mesin *Sealing* Kemasan 220 ml

Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi



## 8. Labelling

Proses selanjutnya adalah pemberian label atau *labelling*, dimana dalam proses ini hanya dilakukan pada kemasan botol dan galon untuk pemasangan merk. Pemasangan merk tersebut terbuat dari plastik yang ditaruh pada badan botol atau galon yang berjalan di atas *conveyor* kemudian akan dipanaskan melewati alat pemanas atau *heater*, sehingga merk tersebut dapat menempel pada kemasan seperti pada contoh gambar 4.12 *labelling* merk kemasan botol 600 ml.



Gambar 4.10 Labelling Merk Kemasan Botol 600 ml  
Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi

## 9. Packaging

Tahap selanjutnya merupakan pengemasan air mineral pada proses sebelumnya dikemas dalam karton atau kardus untuk produk kemasan botol dan gelas, sedangkan untuk kemasan galon langsung disusun dan dipindahkan menggunakan pallet yang kemudian disimpan pada gudang *finish product*. Kemasan dalam karton ini bertujuan untuk mempermudah dalam pendistribusian produk seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.11 merupakan contoh proses pengemasan gelas 220 ml ke dalam karton.



Gambar 4.11 Proses Packaging Kemasan Gelas 220 ml dalam Karton  
Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi



Dalam proses ini juga akan dilakukan inspeksi produk yang terdapat cacat, sehingga akan dipisahkan dari produk yang baik. Inspeksi ini dilakukan secara manual, yaitu dengan cara dilihat secara kasat mata oleh pekerja yang bertugas sebagai *quality control*.

#### 10. *Quarantine*

Produk yang telah disusun dalam pallet kemudian dipindahkan pada *warehouse of finished goods* yang mana produk-produk tersebut harus dikarantina terlebih dahulu selama satu sampai dua hari karena tidak dapat langsung bisa dikonsumsi. Apabila langsung dikonsumsi dalam menimbulkan sakit perut. Proses karantina ini bertujuan agar kandungan air dapat menyatu dengan baik dan juga melihat apakah masih terdapat produk yang cacat kebocoran seperti dapat dilihat pada gambar 4.12 penyimpanan produk pada *warehouse of finished goods*.



Gambar 4.12 Warehouse of Finished Goods

Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi

#### 11. *Finish Good Product*

Setelah melalui proses yang panjang produk-produk air mineral dalam kemasan tersebut sudah dapat didistribusikan kepada *supplier-supplier* atau agen-agen yang terdekat dan dapat dikonsumsi oleh konsumen.

### 4.2 Tahap *Define*

Tahap *define* yang dilakukan ada penelitian ini merupakan dimulai dari informasi awal yang diberikan oleh perusahaan mengenai hal-hal apa saja yang terlibat dalam proses



produksi yang menyebabkan kecacatan pada produk kemasan gelas 220ml pada PT Tirtamas Lestari Banyuwangi. Informasi tersebut dijadikan input awal dari pelaksanaan metode *six sigma*, karena perusahaan belum pernah melakukan metode tersebut. Untuk penerapan metode *six sigma* diharapkan bisa dilakukan secara terus-menerus atau *continuous improvemet* sebagai tindakan pengendalian kualitas. Pada proses pengendalian yang dilakukan pada setiap proses tahapan produksi dari pengendalian kualitas kandungan air hingga pengendalian pengemasan air. Pengendalian kualitas pada kandungan air telah dilakukan dengan baik hal ini dapat diketahui dari sistem yang saat ini berjalan pada perusahaan telah memenuhi standar-standar kesehatan kandungan air seperti ISO 9001:2015, HAS 23000, dan FSSC v 5 (ISO 22000:2018, ISO TS 2002:2009, *Additional Requirement*). Sedangkan pada proses pengendalian pengemasan air masih terdapat masalah-masalah yang dapat menimbulkan cacat produk. Pengendalian pengemasan air sangat perlu dilakukan karena, dalam prosesnya melibatkan banyak *resources* baik material maupun non material. Pengemasan air penting karena untuk menjaga kualitas kandungan air, produk dapat disimpan lebih panjang, memberikan informasi mengenai produk tersebut, memberikan kemudahan pada penyimpanan produk, memberikan nilai dari segi estetika atau keindahan, serta nilai ekonomis produk dimana tujuan utamanya adalah mencapai kepuasan dari pelanggan. Oleh sebab itu, diperlukannya identifikasi mendalam yang dilakukan pada pengendalian kualitas pada proses pengemasan air. Setelah mengetahui atau mengenali masalah-masalah produk cacat tersebut lalu dilakukan penetapan identifikasi proses yang berlangsung dimana nantinya akan dilakukan perbaikan. Oleh sebab itu, pada tahap *define* akan dilakukan dalam beberapa langkah yang dimulai dari identifikasi *Critical to Quality* (CTQ), identifikasi jumlah cacat tertinggi, dan identifikasi elemen-elemen yang terlibat dalam proses produksi.






#### 4.2.1 Identifikasi *Critical to Quality* (CTQ)

Informasi yang didapatkan dijadikan pengetahuan awal yang diperlukan dalam mengidentifikasi produk cacat yang terjadi selama proses produksi. Penerapan metode *six sigma* yang baru pertama kali diterapkan memiliki tujuan awal sebagai tindakan *corrective* terhadap produk cacat. Setelah dilakukan tahap identifikasi ini berguna sebagai input kembali sebagai perbaikan secara terus-menerus untuk tindakan preventif. *Critical to quality* (CTQ) merupakan suatu tujuan untuk menentukan bagian-bagian yang akan memberikan kepuasan terhadap konsumen. Kualitas dari masing-masing *critical to quality* memiliki parameter yang berbeda-beda yang menjadi tolak ukur apakah produk tersebut dapat diterima atau



tidak. Menurut hasil pengamatan di lapangan cacat produk yang menjadi *critical to quality* dapat diklasifikasikan menjadi lima jenis yaitu, cacat kemasan *double*, kemasan bocor, kemasan remuk, cap miring, dan volume air kurang seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1  
Critical to Quality (CTQ) Produk Kemasan 220ml

No.	CTQ	Jenis Cacat	Kualitas Produk	Gambar Produk
1.	Cup kemasan satu	Kemasan <i>double</i>	Cup kemasan hanya satu, tidak bertumpuk, lid tertutup dengan rapi.	
2.	Cup dan lid tertutup rapat	Kemasan bocor	Cup dan lid tertutup sempurna, tidak terdapat celah. Tidak terjadi kontaminasi terhadap kandungan air	
3.	Cup dan lid tanpa ada penyok	Kemasan remuk	Cup dan lid tertutup sempurna, bentuk sempurna, tidak penyok, tidak ada lekukan.	
4.	Cap lid kemasan dapat terbaca	Cap miring	Cap tepat berada pada tengah cup, tulisan dapat terbaca, tidak terpotong.	
5.	Volume air 220ml	Volume air kurang	Volume air tidak kurang dari 220ml.	

Penjelasan mengenai kriteria masing-masing jenis produk cacat adalah sebagai berikut:

1. Cacat kemasan *double*

Cacat kemasan *double* adalah kondisi dimana dalam kemasan gelas 220ml terdapat lebih dari satu cup kemasan. Cacat kemasan *double* ini memberikan kerugian berupa cup yang terbuang dan kualitas dari kemasan dari segi visual.

2. Cacat kemasan bocor

Cacat kemasan bocor adalah kondisi dimana cup kemasan dan plastik lid tidak tertutup dengan baik, karena pada proses *sealing* suhu pres kurang panas atau terlalu panas, sehingga menimbulkan celah untuk terjadinya kebocoran air. Cacat kemasan bocor tidak



dapat diberikan toleransi sedikitpun, karena akan menyebabkan kerugian lebih besar ketika sudah dikemas dalam kardus karton.

3. Cacat kemasan remuk

Cacat kemasan remuk adalah kondisi dimana *cup* kemasan terdapat lekukan atau penyok yang disebabkan ketika pada proses *sealing* terlalu panas atau tekanan terlalu besar dan juga cacat *cup* yang berasal dari *supplier*. Cacat kemasan remuk menyebabkan tampilan menjadi buruk.

4. Cacat cap miring

Cacat cap miring adalah kondisi dimana lid plastik tidak tertata pada *cup* kemasan dengan baik, sehingga informasi penting pada lid tidak dapat terbaca. Cacat kemasan cap miring mengakibatkan tidak memenuhi dari dimensi kualitas yang diinginkan dari konsumen.

5. Cacat volume air kurang

Cacat volume air kurang adalah kondisi dimana volume air pada proses *filling* kurang dari 220ml. Cacat volume air pada umumnya bisa dilihat secara kasat mata jika volume air yang kurang sangat banyak, tetapi perlu dilakukan pengecekan air secara berkala agar volume air sesuai dengan ketentuan perusahaan. Cacat volume air kurang mengurangi kinerja dari dimensi kualitas produk kemasan 220ml.

Berikut merupakan tabel 4.2 adalah data mengenai total masing-masing jenis produk cacat kemasan gelas 220ml selama bulan Januari-November tahun 2020.

Tabel 4.2

Total Masing-Masing Jenis Cacat Kemasan Gelas 220ml Bulan Januari-November Tahun 2020

Bulan	Jenis Cacat kemasan Gelas 220ml					Total Cacat (Unit)
	Double	Bocor	Remuk	Cap Miring	Volume Air Kurang	
Januari	37	1892	558	980	608	4.075
Februari	46	2081	302	1697	772	4.898
Maret	18	576	296	1242	677	2.809
April	19	293	107	456	311	1.186
Mei	8	198	109	321	172	808
Juni	22	283	210	830	457	1.802
Juli	6	345	132	366	291	1.140
Agustus	35	326	245	474	310	1.390
September	33	541	421	612	389	1.996
Oktober	15	668	474	453	430	2.040
November	2	187	199	259	162	809
<b>Total</b>	<b>241</b>	<b>7390</b>	<b>3053</b>	<b>7690</b>	<b>4579</b>	<b>22.953</b>

Sumber: PT Tirtamas Lestari Banyuwangi



Bersumber pada tabel 4.2, jenis cacat produk cap miring merupakan cacat terbesar yang terjadi selama proses produksi kemasan gelas 220ml, yaitu 7690 buah atau sebesar 33,50% dari jumlah keseluruhan produk cacat selama bulan Januari-November 2020. Jenis cacat produk terbesar kedua adalah cacat kemasan bocor sebesar 7390 buah atau 32,20%, ketiga adalah cacat volume air kurang sebesar 4579 buah atau 19,95%, keempat adalah cacat kemasan remuk sebesar 3053 buah atau 13,31%, dan terakhir adalah cacat kemasan *double* adalah 241 buah atau 1,04%. Setelah mengklasifikasi masing-masing jenis cacat tersebut maka penelitian ini akan dilakukan *improvement* guna mencegah atau menghilangkan cacat yang timbul dalam proses produksi.

#### 4.2.2 Identifikasi Jumlah Cacat Tertinggi

Dalam penelitian ini dilakukannya identifikasi jumlah cacat tertinggi menggunakan *tools* diagram pareto. Diagram pareto digunakan untuk dapat melakukan identifikasi prioritas yang memiliki ketidaksesuaian dimana dapat menyebabkan kecacatan tersebut terjadi. Diagram pareto memperlihatkan perbandingan antar jenis cacat atau masalah yang timbul lalu memberikan berfokus untuk menyelesaikan masalah tersebut. Fokus penyelesaian masalah akan diambil berdasarkan nilai kumulatif kurang lebih 80% dari cacat produk. Produk cacat yang dihitung merupakan dalam satu unit produk memiliki *defect* berjumlah hanya satu, kemudian produk tersebut langsung *direct* atau menjadi produk *defective*. Berikut tabel 4.3, merupakan hasil rekap data persentase masing-masing jenis cacat pada pengamatan selama bulan September hingga November 2020.

Tabel 4.3  
Perhitungan Persentase Masing-Masing Jenis Cacat

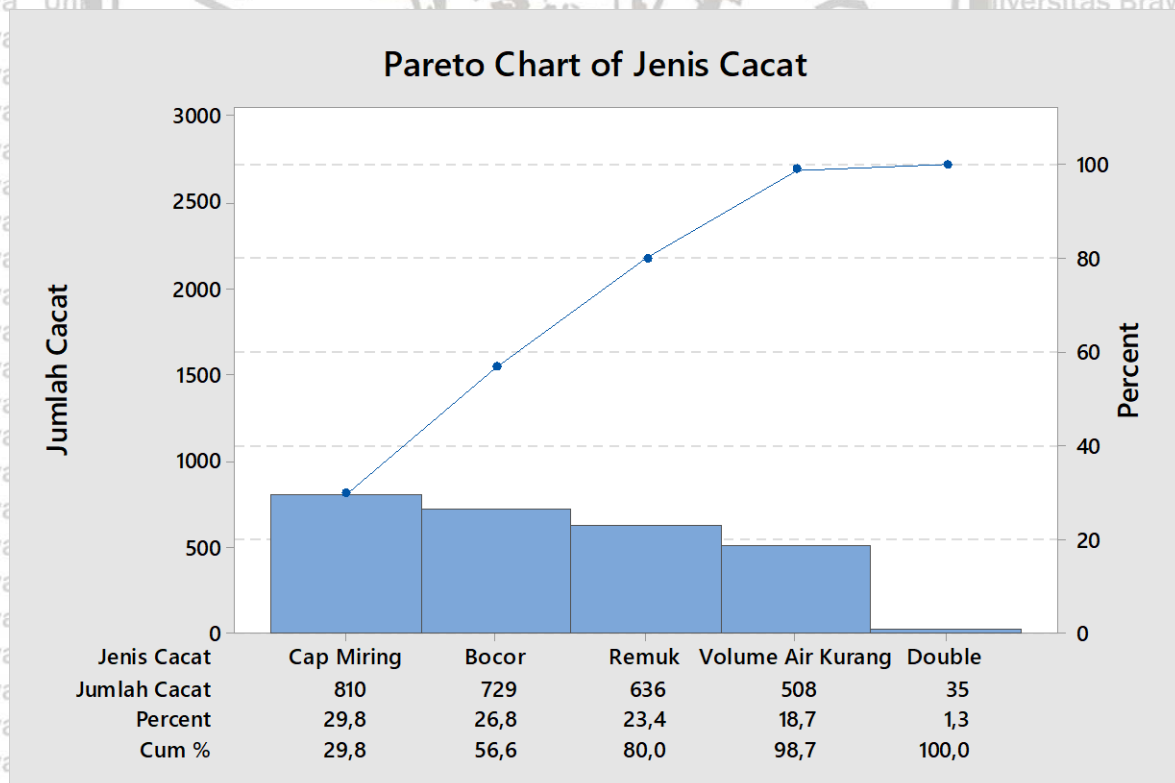
Pengamatan ke-	Jumlah Produksi	Jenis Cacat					Jumlah Cacat
		Double	Bocor	Remuk	Cap Miring	Vol. Kurang	
1.	16.800	2	30	12	33	15	92
2.	15.960	0	24	18	38	12	92
3.	16.800	0	18	9	20	19	66
4.	15.120	0	23	20	15	22	80
5.	16.800	0	22	10	30	26	88
6.	16.380	0	28	32	29	19	108
7.	16.800	2	16	25	32	10	85
8.	16.800	1	29	19	36	14	99
9.	16.800	2	29	21	18	12	82
10.	16.800	0	16	18	35	16	85
11.	16.800	6	20	16	38	19	99
12.	16.128	2	25	28	10	16	81
13.	16.380	0	21	18	33	15	87
14.	16.800	1	19	28	34	22	104
15.	14.700	0	35	21	20	13	89



Tabel 4.3  
Perhitungan Persentase Masing-Masing Jenis Cacat (Lanjutan)

Pengamatan ke-	Jumlah Produksi	Jenis Cacat				Jumlah Cacat
		Double	Bocor	Remuk	Cap Miring	
16.	16.800	0	34	32	18	98
17.	16.800	0	26	25	24	100
18.	16.800	2	20	32	30	101
19.	16.128	0	35	21	18	98
20.	16.296	6	31	25	14	95
21.	16.800	0	27	31	22	101
22.	16.800	2	37	24	23	106
23.	15.876	3	15	10	27	67
24.	16.380	0	20	22	20	76
25.	16.800	0	24	21	22	85
26.	16.800	0	19	13	23	67
27.	16.800	2	14	19	35	84
28.	16.590	0	17	30	26	83
29.	16.800	4	20	22	39	103
30.	16.758	0	35	14	48	117
Total	495.096	35	729	636	810	2718

Dari tabel 4.3 perhitungan persentase masing-masing jenis cacat kemudian dilakukan pembuatan diagram pareto yang dapat dilihat pada gambar 4.13.



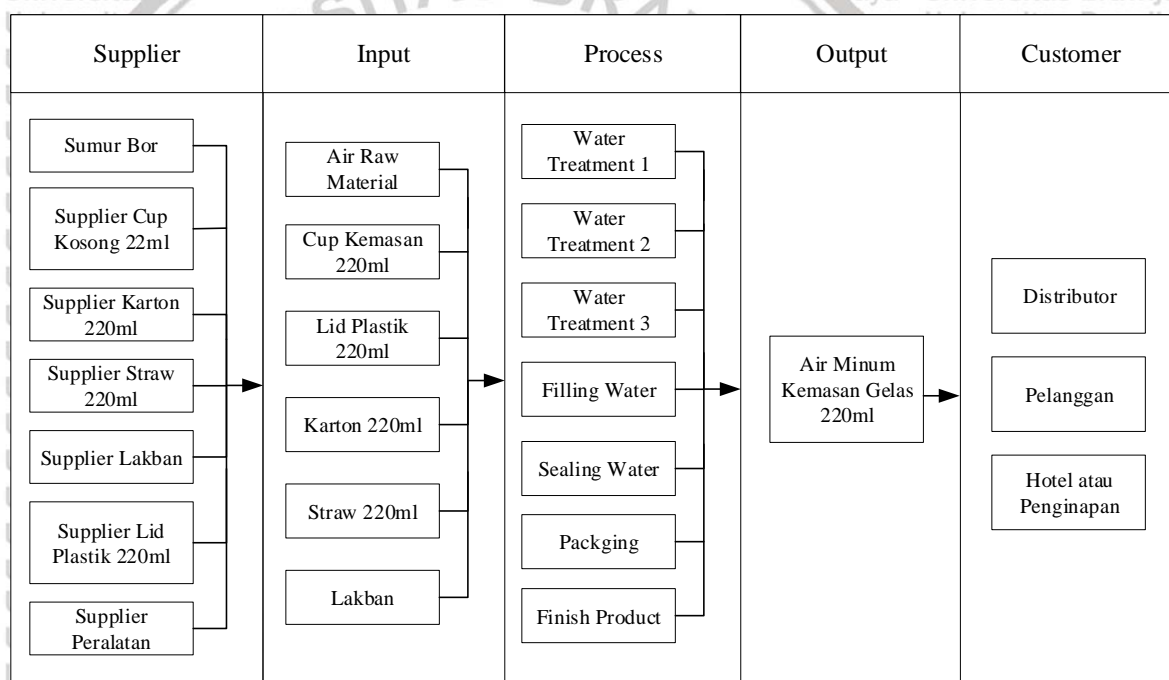
Gambar 4.13 Diagram Pareto Masing-Masing Jenis Cacat

Menurut gambar 4.13 yang terdapat pada persentase kumulatif diantara kurang lebih 80% adalah jenis cacat cap miring, kemasan bocor, dan kemasan remuk. Oleh sebab itu,

penelitian ini akan berfokus dan memilih prioritas memperbaiki jenis cacat yang memiliki nilai kumulatif persentase kurang lebih 80% yang menjadi penyebab terjadinya kecacatan. Sedangkan untuk jenis cacat kemasan volume air kurang dan kemasan *double* tidak perhitungkan.

#### 4.2.3 Identifikasi Elemen-Elemen yang Terlibat dalam Proses Produksi

Untuk melihat elemen-elemen apa saja yang terlibat dalam proses produksi menggunakan diagram *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (SIPOC). Diagram SIPOC bertujuan sebagai peningkatan proses yang berjalan. Dalam proses produksi hubungan yang terjadi antar elemen-elemen sangat berperan penting untuk terbentuknya kualitas produk atau jasa yang diinginkan. Oleh sebab itu, untuk mengidentifikasi aktivitas aliran kerja yang mungkin menimbulkan masalah dalam proses produksi kemasan gelas 220ml di PT Tirtamas Lestari Banyuwangi dapat dilihat pada gambar 4.14



Gambar 4.14 Diagram SIPOC Kemasan Gelas 220ml

Berikut ini merupakan uraian diagram SIPOC pada proses produksi kemasan gelas 220ml:

##### a. *Supplier*

*Supplier* yang dimiliki oleh pihak perusahaan dapat terbagi menjadi 2 bagian, yaitu *supplier* eksternal dan internal. *Supplier* eksternal merupakan penyedia yang berasal dari pihak luar atau ketiga perusahaan, sedangkan *supplier* internal adalah penyedia yang berasal dari dalam pihak perusahaan yang mana menyediakan sumber daya guna selama proses produksi kemasan gelas 220ml di PT Tirtamas Lestari Banyuwangi.



b. *Input*

Input yang dimiliki oleh pihak perusahaan selain sumber daya dalam bentuk produk seperti air *raw material*, cup kosong kemasan 220ml, lid plastic kemasan 220ml, karton, straw 220ml, dan lakban, input berupa informasi juga sangat diperlukan untuk melakukan proses produksi hingga menghasilkan *output* yang diinginkan.

c. *Process*

Process yang dilakukan oleh pihak perusahaan adalah bertujuan untuk memberikan nilai tambah terhadap input yang telah dimiliki perusahaan. Selama proses produksi aktivitas inspeksi atau *quality control* merupakan hal yang terpenting guna menjaga kualitas dari produk agar sesuai standar.

d. *Output*

*Output* atau hasil akhir selama rangkaian proses produksi adalah air minum dalam kemasan gelas 220ml.

e. *Customer*

*Customer* yang dimiliki oleh perusahaan merupakan partner atau mitra seperti distributor, pelanggan, dan hotel-hotel atau penginapan yang ada diseluruh Indonesia, tapi lebih berfokus pada wilayah Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara.

### 4.3 Tahap Measure

Tahap *measure* adalah tahapan yang dilakukan setelah tahap *define*. Pada penelitian ini, tahap *measure* ialah aktivitas pengukuran dan pengolahan data yang didapatkan dari hasil observasi pada kemasan gelas 220ml di PT Tirtamas Lestari Banyuwangi. Tahap *measure* meliputi, pembuatan dan perhitungan peta kendali untuk mengetahui kemampuan proses berjalan pada batas kendali, menghitung nilai DPMO (*Defect per Million Oppurtunities*), level *sigma*, dan pembuatan *scatter diagram*.

#### 4.3.1 Identifikasi Batas Pengendalian Kualitas Menggunakan *Control Chart*

Pada tahap *measure* untuk mengetahui kinerja saat ini dilakukan perhitungan menggunakan alat statistik *seven tools* adalah peta kendali. Peta kendali yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta kendali atribut dan peta kendali variabel. Peta kendali atribut yang dipergunakan adalah *P chart*. Peta kendali variabel yang dipergunakan adalah peta kendali  $\bar{X}$ -bar dan R. Perhitungan dilakukan menggunakan data yang diambil pada bulan September hingga November tahun 2020.



#### 4.3.1.1 Perhitungan Peta Kendali Atribut P Chart

Identifikasi peta kendali atribut digunakan untuk produk cacat berdasarkan penglihatan atau tampilan visual. Untuk peta kendali atribut dimanfaatkan pada jenis cacat kemasan *double*, kemasan remuk, cap miring, dan kemasan bocor. Peta kendali digunakan untuk mengukur apakah suatu sistem masih diantara batas kontrol yang diperbolehkan atau tidak. Pada Perusahaan PT Tirtamas Lestari Banyuwangi dalam proses inspeksi hanya dilakukan pada akhir proses produksi dimana terletak pada *workstation packaging* setelah proses pada mesin *cup filler machine*. Maka perhitungan peta kendali ini dilakukan pada produk kemasan 220ml yang sudah pada tahap akhir inspeksi sebelum dilakukan *packaging* ke dalam karton.

Perusahaan saat ini menetapkan produk cacat adalah jika terdapat minimal satu *defect* (cacat kemasan *double*, kemasan remuk, kemasan bocor, cap miring), maka produk tersebut langsung *direject* atau *defective*. Perhitungan produk *defective* pada penelitian ini akan dihitung jika dalam satu produk terdapat satu *defect* dan jika lebih dari satu, maka akan dipilih satu *defect* terbesarnya. Berikut ini merupakan perhitungan peta kendali atribut P *chart* total jenis cacat atribut berdasarkan tabel 4.4 jumlah cacat atribut dan jumlah total produksi setelah dikurangi cacat volume air kurang.

Tabel 4.4  
Data Jumlah Cacat Atribut

Pengamatan ke-	Jumlah Produksi	Jenis Cacat				Jumlah Cacat
		Double	Bocor	Remuk	Cap Miring	
1.	16.785	2	30	12	33	77
2.	15.948	0	24	18	38	80
3.	16.781	0	18	9	20	47
4.	15.098	0	23	20	15	60
5.	16.774	0	22	10	30	62
6.	16.361	0	28	32	29	89
7.	16.790	2	16	25	32	75
8.	16.786	1	29	19	36	85
9.	16.788	2	29	21	18	72
10.	16.784	0	16	18	35	70
11.	16.781	6	20	16	38	80
12.	16.112	2	25	28	10	65
13.	16.365	0	21	18	33	73
14.	16.778	1	19	28	34	82
15.	14.687	0	35	21	20	80
16.	16.786	0	34	32	18	84
17.	16.775	0	26	25	24	75
18.	16.783	2	20	32	30	84
19.	16.104	0	35	21	18	74
20.	16.277	6	31	25	14	76
21.	16.779	0	27	31	22	80
22.	16.780	2	37	24	23	88
23.	15.864	3	15	10	27	55
24.	16.366	0	20	22	20	62
25.	16.782	0	24	21	22	69



Tabel 4.4  
Data Jumlah Cacat Atribut (Lanjutan)

Pengamatan ke-	Jumlah Produksi	Jenis Cacat				Jumlah Cacat
		Double	Bocor	Remuk	Cap Miring	
26.	16.788	0	19	13	23	55
27.	16.786	2	14	19	35	70
28.	16.580	0	17	30	26	73
29.	16.782	4	20	22	39	85
30.	16.738	0	35	14	48	98
Total	494.588	35	729	636	810	2225

1. Berikut contoh cara perhitungan *P chart* untuk jenis cacat atribut pada pengamatan pertama:

- a. Perhitungan proporsi cacat

$$p = \frac{\text{total cacat produk pengamatan pertama}}{\text{total produksi pengamatan pertama}}$$

$$p = \frac{77}{16.785} = 0,004874$$

- b. Perhitungan garis tengah atau *center line* (CL)

$$CL = \bar{p} = \frac{\text{total produk cacat seluruh pengamatan}}{\text{total produksi seluruh pengamatan}}$$

$$= \frac{2225}{494.588} = 0,0044987$$

- c. Perhitungan batas kontrol atas atau *upper control limit* (UCL)

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} = 0,0044987 + 3 \sqrt{\frac{0,0044987(1 - 0,0044987)}{16.785}} = 0,000265$$

- d. Perhitungan batas kontrol bawah atau *lower control limit* (LCL)

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} = 0,0044987 - 3 \sqrt{\frac{0,0044987(1 - 0,0044987)}{16.785}} = 0$$

- e. Berikut tabel 4.5 hasil keseluruhan perhitungan  $\bar{p}$ , CL, UCL, LCL pada jenis cacat kemasan *double*.

Tabel 4.5  
Hasil Perhitungan Peta Kendali P Jenis Cacat Atribut

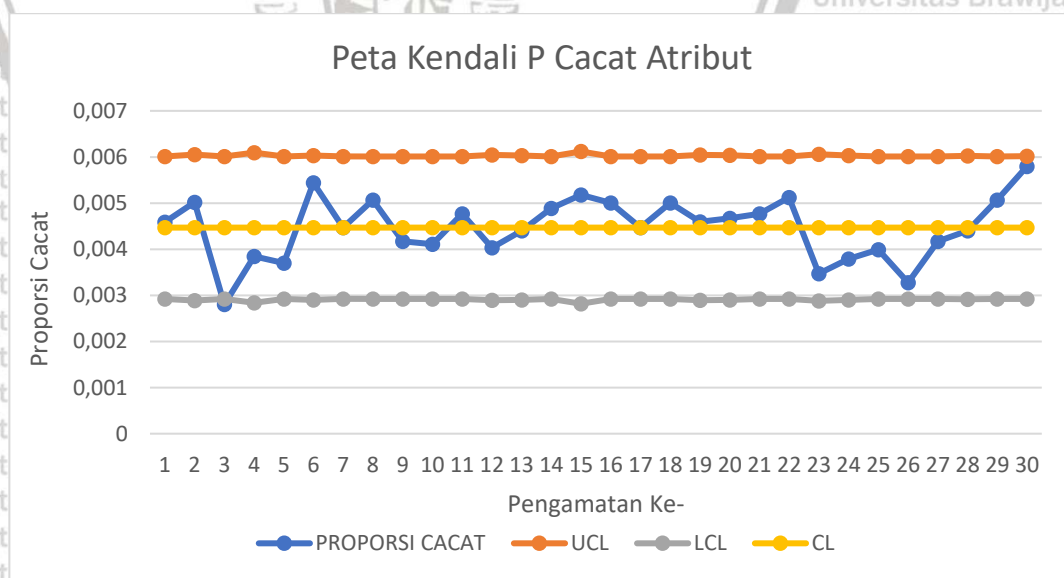
Pengamatan ke-	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
1	16.785	77	0,004587	0,0044987	0,00601278	0,00292396
2	15.948	80	0,005016	0,0044987	0,00605278	0,00288395
3	16.781	47	0,002801	0,0044987	0,00601296	0,00292377
4	15.098	58	0,003842	0,0044987	0,00609677	0,00283996
5	16.774	62	0,003696	0,0044987	0,00601328	0,00292345
6	16.361	89	0,00544	0,0044987	0,00603266	0,00290407
7	16.790	75	0,004467	0,0044987	0,00601255	0,00292419

Tabel 4.5  
Hasil Perhitungan Peta Kendali P Jenis Cacat Atribut (Lanjutan)

Pengamatan ke-	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
8	16.786	85	0,005064	0,0044987	0,00601273	0,002924
9	16.788	70	0,00417	0,0044987	0,00601264	0,00292409
10	16.784	69	0,004111	0,0044987	0,00601282	0,00292391
11	16.781	80	0,004767	0,0044987	0,00601296	0,00292377
12	16.112	65	0,004034	0,0044987	0,0060447	0,00289203
13	16.365	72	0,0044	0,0044987	0,00603247	0,00290426
14	16.778	82	0,004887	0,0044987	0,0060131	0,00292363
15	14.687	76	0,005175	0,0044987	0,0061194	0,00281733
16	16.786	84	0,005004	0,0044987	0,00601273	0,002924
17	16.775	75	0,004471	0,0044987	0,00601324	0,0029235
18	16.783	84	0,005005	0,0044987	0,00601287	0,00292386
19	16.104	74	0,004595	0,0044987	0,00604509	0,00289164
20	16.277	76	0,004669	0,0044987	0,00603669	0,00290004
21	16.779	80	0,004768	0,0044987	0,00601305	0,00292368
22	16.780	86	0,005125	0,0044987	0,00601301	0,00292373
23	15.864	55	0,003467	0,0044987	0,00605697	0,00287976
24	16.366	62	0,003788	0,0044987	0,00603242	0,00290431
25	16.782	67	0,003992	0,0044987	0,00601291	0,00292382
26	16.788	55	0,003276	0,0044987	0,00601264	0,00292409
27	16.786	70	0,00417	0,0044987	0,00601273	0,002924
28	16.580	73	0,004403	0,0044987	0,00602229	0,00291444
29	16.782	85	0,005065	0,0044987	0,00601291	0,00292382
30	16.738	97	0,005795	0,0044987	0,00601494	0,00292179

f. Membuat peta kendali P

Berikut merupakan gambar 4.15 adalah grafik P chart jenis cacat atribut dari hasil keseluruhan perhitungan.

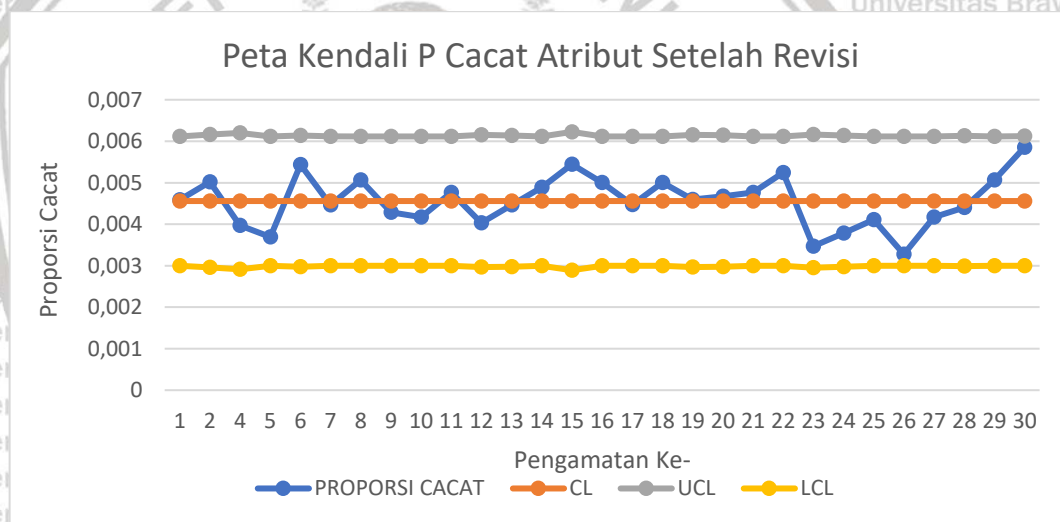


Gambar 4.15 Grafik Peta Kendali P Jenis Cacat Atribut

Seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.15 grafik peta kendali p untuk jenis cacat atribut terdapat satu data yang terletak di luar batas kendali bawah, yakni pada data



pengambilan ke-3. Data yang *out of control* tersebut termasuk cukup baik hal ini dikarenakan cacat yang terjadi lebih rendah daripada hari-hari yang lain. Data pengamatan ke-3 tersebut terjadi karena adanya khusus, yaitu perusahaan mencoba menambah satu karyawan yang bekerja pada *cup filler machine* sehingga terdapat 3 karyawan sedangkan pada hari lainnya hanya terdapat 2 karyawan. Kejadian hal tersebut merupakan suatu keuntungan bagi pihak perusahaan untuk dapat mengurangi jumlah *defect* yang terjadi, namun apa yang diharapkan oleh perusahaan dirasa masih kurang maksimal yang mana tidak sepadan antara jumlah *resource* yang dikeluarkan untuk menangani kegiatan tersebut dengan *output* yang dihasilkan. Oleh sebab itu, pihak perusahaan melakukan pengkajian untuk menghilangkan/merevisi data tersebut agar data yang diteliti tidak menjadi lebih bias. Berikut merupakan gambar 4.14 hasil revisi peta kendali P cacat atribut dengan perhitungannya pada lampiran 2.



Gambar 4.16 Grafik Revisi Peta Kendali P Jenis Cacat Atribut

Setelah dilakukan revisi dapat dilihat pada gambar 4.14 untuk peta kendali P sudah tidak terdapat data yang berada pada batas kendali. Sehingga yang didapatkan dari grafik tersebut bahwa proses produksi kemasan gelas 220ml berjalan belum stabil, maka diperlukannya identifikasi dan analisis lebih lanjut guna memahami penyebab permasalahan hingga timbulnya produk *defect* menggunakan *fishbone diagram*.

#### 4.3.1.2 Perhitungan Peta Kendali Variabel X-bar dan R Chart

Identifikasi peta kendali variabel digunakan pada produk cacat dengan cara melakukan pengukuran numerik seperti berat, panjang, volume, tekanan, dan lain sebagainya. Peta

kendali variabel dimanfaatkan untuk identifikasi jenis cacat volume air kurang. Data yang digunakan merupakan hasil pengukuran menggunakan gelas ukur satuan mililiter dengan pengambilan acak sampel sebanyak 10 per pengamatan yang dilakukan sejumlah 30 kali pengamatan seperti yang ditampilkan pada tabel 4.6 hasil pengamatan volume air kemasan 220ml.

Tabel 4.6  
Hasil Pengamatan Volume Air Kemasan 220ml

Pengamatan	Sampel Ke- (Dalam satuan mililiter)									
ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	215	226	219	220	222	215	216	216	215	218
2	221	224	226	222	225	225	225	227	224	227
3	224	222	226	223	227	222	221	225	224	225
4	227	221	227	226	226	222	227	223	225	226
5	223	223	221	224	220	220	220	223	220	224
6	220	222	227	222	223	222	227	224	224	225
7	223	223	227	222	226	220	226	222	226	227
8	220	223	221	224	224	22	220	221	224	225
9	226	224	223	224	222	227	222	222	225	224
10	224	220	220	227	222	224	220	225	222	222
11	221	225	221	226	225	224	225	224	222	221
12	219	225	217	225	227	225	224	217	221	217
13	223	224	224	216	218	218	224	223	226	222
14	215	226	226	225	218	223	221	223	220	219
15	220	216	225	225	216	223	223	221	218	224
16	223	221	227	224	216	226	224	218	216	224
17	222	217	219	225	215	222	222	225	222	221
18	220	222	220	220	218	221	221	218	221	221
19	227	221	226	224	215	223	220	221	219	217
20	224	219	223	228	227	219	218	225	216	222
21	219	227	219	225	221	227	221	219	223	215
22	227	225	216	215	227	222	217	217	215	221
23	218	223	224	216	225	219	218	220	226	217
24	218	227	223	220	226	224	222	219	215	226
25	225	216	218	221	225	220	220	225	224	219
26	224	224	222	224	220	221	217	219	225	225
27	217	216	222	219	227	226	227	218	218	219
28	226	218	221	219	227	219	216	222	222	222
29	226	222	221	223	222	223	227	218	216	216
30	221	219	223	225	222	222	219	226	225	218

Berikut merupakan langkah perhitungan peta kendali X-bar dan R untuk jenis cacat volume air kurang:

- a. Menghitung rerata dalam data pengamatan pertama

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{215 + 226 + 219 + \dots + 218}{10} = \frac{2182}{10} = 218,2$$



- b. Menghitung rerata total

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{X}_i}{k}$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{218,2 + 224,6 + 223,9 + \dots + 222}{30} = \frac{6659,6}{30} = 221,99$$

- c. Menghitung *range* (R) pengamatan pertama

$$R = X_{max} - X_{min}$$

$$R = 215 - 226 = 11$$

- d. Menghitung rerata *range* (R)

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k}$$

$$\bar{R} = \frac{11 + 6 + 6 + \dots + 8}{30} = \frac{262}{30} = 8,733$$

- e. Menghitung *center line* (CL)

1. X-bar Chart

$$CL = \bar{\bar{X}} = 221,99$$

2. R Chart

$$CL = \bar{R} = 8,733$$

- f. Menghitung *upper control limit* (UCL) dan *lower control limit* (LCL) X-bar Chart

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R}$$

$$UCL = 221,99 + 0,308 \times 8,733 = 224,68$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R}$$

$$LCL = 221,99 - 0,308 \times 8,733 = 219,3$$

- g. Menghitung *upper control limit* (UCL) dan *lower control limit* (LCL) R Chart

$$UCL = D_4 \times \bar{R}$$

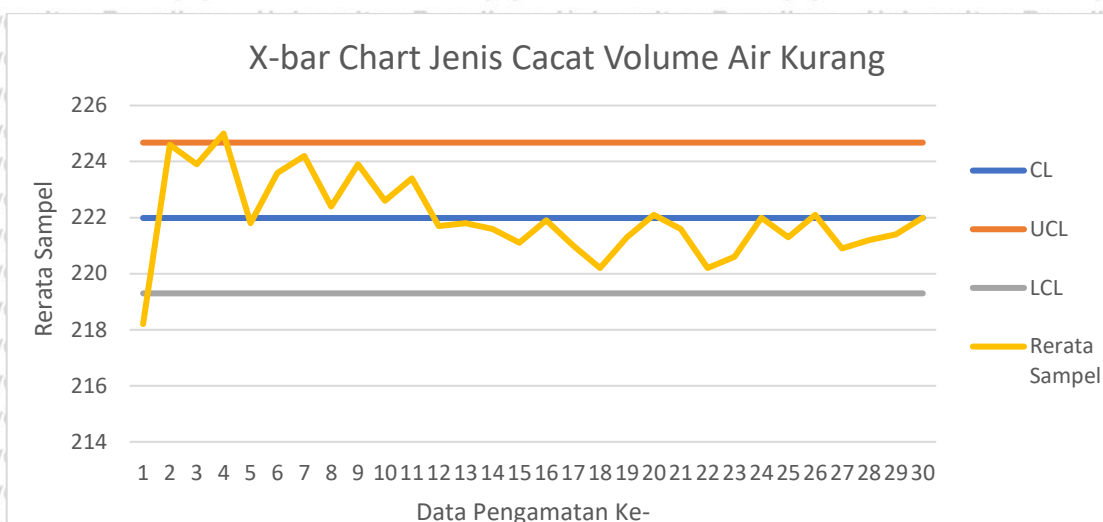
$$UCL = 1,777 \times 8,733 = 15,519$$

$$LCL = D_3 \times \bar{R}$$

$$LCL = 0,223 \times 8,733 = 1,947$$

- h. Membuat grafik peta kendali X-bar chart

Hasil keseluruhan perhitungan yang telah didapatkan seperti pada lampiran 3, dimana bagian berikutnya adalah menggambarkan grafik X-bar chart. Gambar 4.17 adalah grafik X-bar chart jenis cacat volume air kurang sebagai berikut ini.

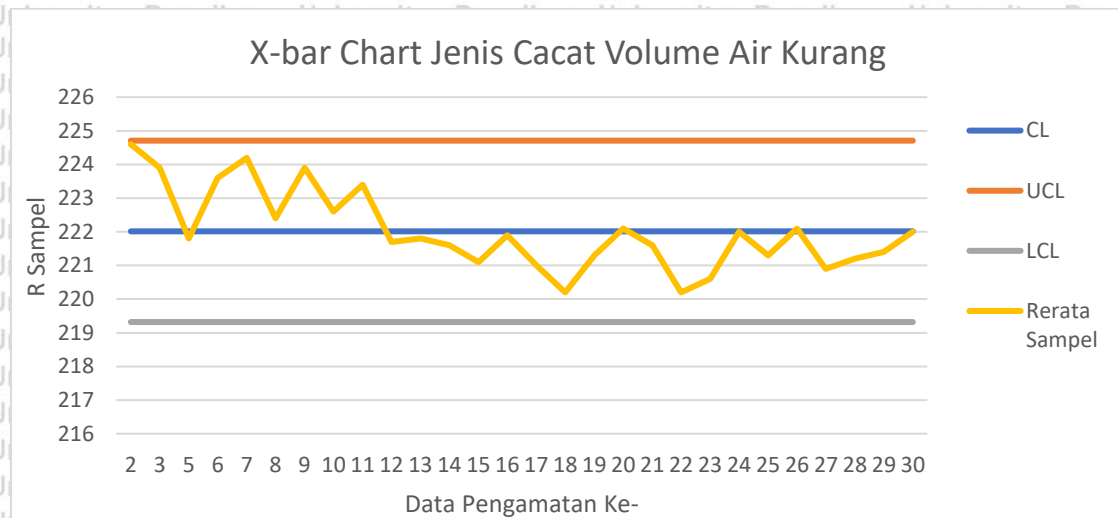


Gambar 4.17 Grafik X-bar Chart Jenis Cacat Volume Air Kurang

Seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.17 grafik X-bar *chart* jenis cacat volume air kurang terdapat dua data yang terletak di luar batas kendali atas dan batas kendali bawah, yakni pada data pengambilan ke-1 dan ke-4. Data yang termasuk *out of control* tersebut dapat terjadi karena adanya penyebab khusus, yaitu perusahaan pada *maintenance cup filler machine* dilakukan oleh karyawan yang berbeda dari kebiasaan perusahaan, dimana karyawan tersebut merupakan pihak ketiga. Pada data pertama mesin berjalan lebih baik karena cacat yang dihasilkan lebih sedikit daripada biasanya, sedangkan pada data pengamatan keempat terjadi kerusakan kembali dan diperbaiki oleh karyawan tersebut. Jadi selama jalannya mesin cacat yang terjadi saat mesin sudah bekerja lebih dari 6 jam dalam satu hari. Kemungkinan penyebab dari kenapa terdapatnya fenomena ini adalah keahlian dari karyawan yang melakukan *maintenance* tersebut masih belum mengenal dan paham akan kondisi mesin yang berjalan, *setup* *warming up* hingga ketika mengalami *downtime* pada hari-hari biasa. Hasil yang didapatkan sebenarnya sudah cukup baik menurut perusahaan, namun perlu dilakukannya evaluasi terhadap pemilihan dan kerjasama yang dilakukan oleh pihak perusahaan dengan pihak ketiga untuk melakukan *maintenance* mesin. Namun, karena *resource* yang digunakan berasal dari pihak perusahaan maka akan sulit untuk mengontrol keadaan tersebut terjadi. Dengan pertimbangan dari pihak perusahaan maka dilakukan revisi data yang mana bukan menghilangkan sumber masalah yang terjadi, tetapi untuk kemudahan dalam kontrol sistem yang dapat menguntungkan perusahaan. Oleh sebab itu, dilakukan revisi untuk mengeluarkan data tersebut dan selanjutnya



diolah kembali. Berikut merupakan gambar 4.18 hasil revisi peta kendali X-bar cacat volume air kurang dengan perhitungannya pada lampiran 4.

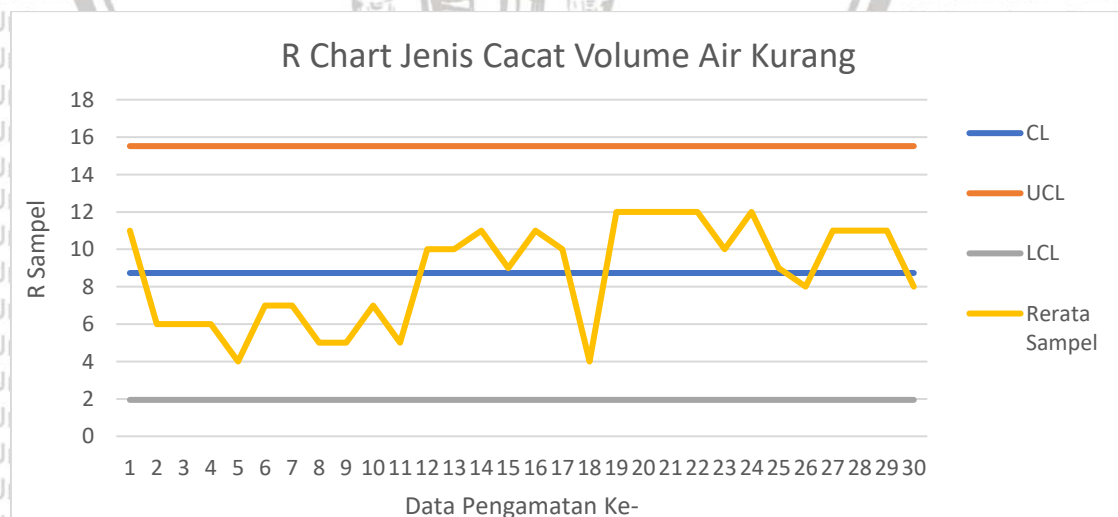


Gambar 4.18 Grafik Revisi X-bar Chart Jenis Cacat Volume Air Kurang

Setelah dilakukan revisi dapat dilihat pada gambar 4.18 untuk peta kendali X-bar sudah tidak terdapat data yang berada pada batas kendali. Sehingga, yang didapatkan dari grafik tersebut bahwa proses produksi kemasan gelas 220ml berjalan belum stabil, maka diperlukannya identifikasi dan analisis lebih lanjut guna memahami penyebab permasalahan hingga timbulnya produk *defect* menggunakan *fishbone diagram*.

i. Membuat grafik peta kendali R *chart*

Berikut ini merupakan gambar 4.19 adalah grafik R *chart* jenis cacat volume air kurang.



Gambar 4.19 Grafik R Chart Jenis Cacat Volume Air Kurang

Seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.19 grafik R *chart* untuk jenis cacat volume air tidak terdapat data yang terletak di luar batas kendali. Kesimpulan yang didapatkan dari

grafik tersebut bahwa proses produksi kemasan gelas 220ml sudah berjalan stabil, maka proses telah dilakukan sesuai dengan prosedur yang baik.

#### 4.3.2 Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma

Untuk memahami mengenai kinerja dari proses produksi perusahaan saat ini adalah dengan cara melakukan perhitungan menggunakan persamaan *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan level *sigma*. Berikut adalah perhitungan nilai DPMO dan level sigma produk kemasan gelas 220ml berdasarkan tabel 4.3 jumlah masing-masing jenis cacat.

##### 1. Perhitungan nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO)

$$DPO = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{total produk yang diproduksi} \times \text{Jumlah Critical to Quality}}$$

$$= \frac{2718}{495.096 \times 5} = 0,001097969$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 = 0,001097969 \times 1.000.000 = 1097,969$$

##### 2. Perhitungan level sigma

Untuk mendapatkan nilai sigma diperoleh dari konversi nilai DPMO menggunakan bantuan *software Microsoft Excel*.

$$\text{level sigma} = \text{normsinv} \left( \frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$= \text{normsinv} \left( \frac{1.000.000 - 1097,969}{1.000.000} \right) + 1,5 = 4,56$$

Berdasarkan hasil perhitungan, berikut ini adalah nilai DPMO dan level sigma untuk masing-masing jenis cacat.

Tabel 4.7

Hasil Perhitungan Nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan Level Sigma

Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	DPO	DPMO	Level Sigma
495.096	2718	0,001097969	1097,969	4,56

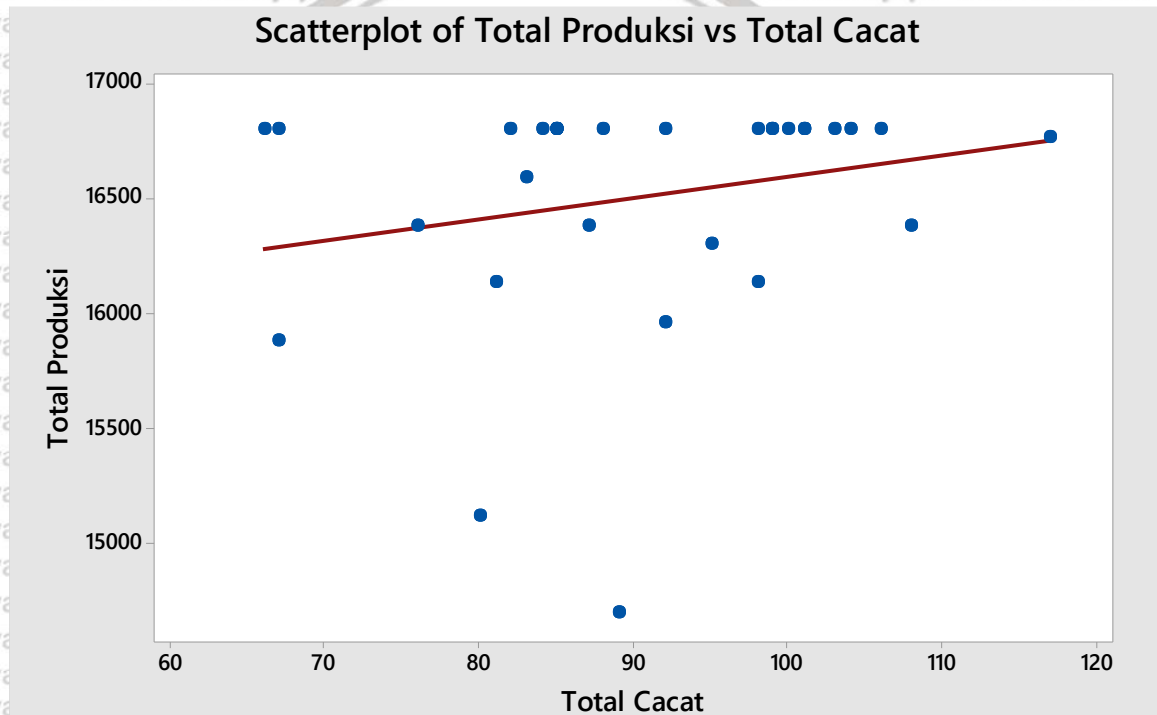
Menurut apa yang diperoleh dari tabel 4.7 hasil perhitungan nilai DPMO dan level sigma memiliki arti untuk nilai DPMO sebesar 1097,969 adalah dalam setiap satu juta kesempatan hasil produksi ditemukan kurang lebih 1097,969 cacat produk pada kemasan gelas 220ml, sedangkan untuk nilai level sigma sebesar 4,56 sudah termasuk cukup baik dalam hal proses produksi yang telah dicapai, namun dalam konsistensi proses produksi masih belum bisa terjaga hal ini dibuktikan dengan melihat hasil dari peta kendali untuk masing-masing jenis cacat yang terdapat data yang *out of control* untuk pengambilan sampel data secara acak. Selain itu juga, harapan yang ingin dicapai oleh PT Tirtamas Lestari



Banyuwangi adalah memiliki persentase cacat dibawah 0,5% untuk kemasan gelas 220ml adalah diperlukannya langkah perbaikan selama proses produksi.

#### 4.3.3 Perhitungan Scatter Diagram

*Scatter diagram* digunakan untuk melihat apakah terdapat hubungan atau korelasi diantara variabel tersebut dan menggambarkan hubungan kedekatan antar variabel. Dalam produksi kemasan 220ml masih terdapat produk cacat, dimungkinkan semakin banyak yang diproduksi maka semakin banyak pula produk cacat yang dihasilkan. Oleh sebab itu, diperlukannya identifikasi untuk mengetahui apakah terdapat hubungan atau korelasi antara kedua variabel tersebut menggunakan *scatter diagram*. Berikut ini merupakan gambar 4.20 *scatter diagram* total produksi dan total cacat berdasarkan data tabel 4.3.



Gambar 4.20 Scatter Diagram Total Cacat dan Total Cacat

Berikut ini merupakan tabel 4.9 nilai korelasi total produksi dan total cacat.

Tabel 4.8

Hasil Perhitungan Nilai Korelasi

Nilai Korelasi	P-value
0,179	0,353

Seperti yang didapatkan dari gambar 4.18 *scatter diagram* total produksi dan total cacat dan hasil perhitungan nilai korelasi pada tabel 4.9 adalah hubungan diantara total produksi dan total cacat adalah memiliki pola kecenderungan positif sedangkan nilai korelasinya adalah 0,179 yang tergolong korelasi rendah. Untuk nilai *p-value* 0,353 adalah *p-value* > 0,5,

yakni memiliki hubungan yang rendah. Maka dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa, hubungan antara total produksi dan total cacat memiliki hubungan positif namun tidak signifikan. Perlu dilakukannya identifikasi lebih lanjut untuk mengetahui penyebab terjadi hubungan dengan total produksi dan total cacat pada proses produksi kemasan 220ml.

#### 4.4 Tahap Analyze

Urutan langkah selanjutnya setelah tahap *define* dan *measure* dalam metode *six sigma* adalah tahap *analyze*. Identifikasi akar penyebab dari faktor permasalahan dalam produk cacat kemasan gelas 220ml dilakukan pada tahap ini. Selain itu, akan digunakan suatu metode untuk mengetahui atau analisis apakah terdapat perbedaan kinerja regu karyawan dalam bekerja di *workstation* kemasan gelas 220ml yang dinilai dari jumlah produk cacat yang dihasilkan setiap produksi. Setelah dilakukan proses analisis tersebut akan dilanjutkan perencanaan perbaikan guna mengurangi produk cacat pada kemasan gelas 220ml di PT Tirtamas Lestari Banyuwangi.

##### 4.4.1 Fishbone Diagram

Dengan bantuan *tools Fishbone Diagram* untuk analisis sumber masalah untuk produk cacat kemasan cap miring, kemasan *double*, kemasan bocor, kemasan remuk, dan volume air kurang. Berikut ini merupakan *fishbone diagram* untuk masing-masing jenis cacat.

##### 4.4.4.1 Fishbone Diagram untuk Cacat Kemasan Double

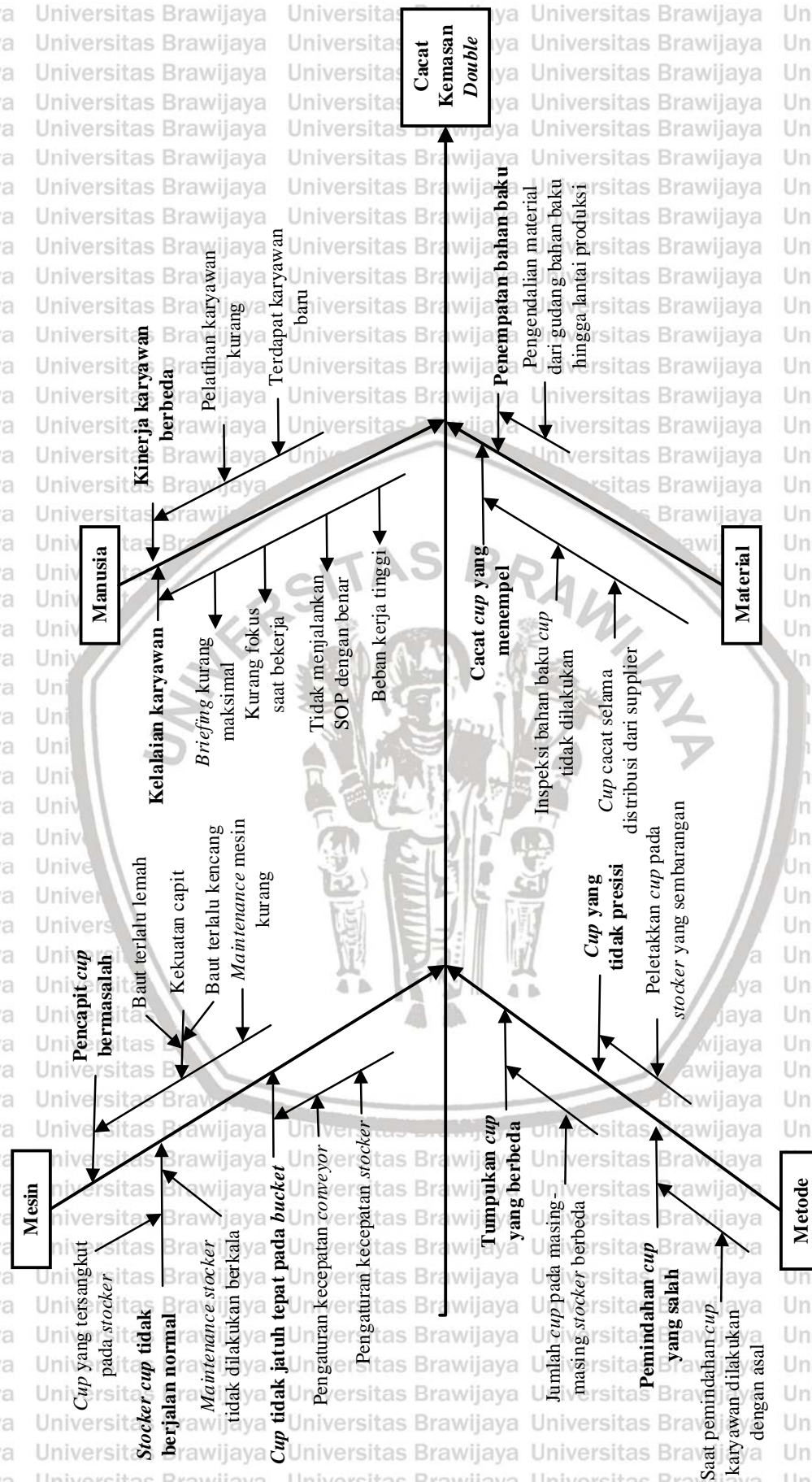
Cacat kemasan *double* pada produk kemasan gelas 220ml adalah kondisi dimana *cup* kemasan tertumpuk minimal dua *cup* kemudian terisi air dan *tersealing*, sehingga kemasan tidak sesuai dengan standar perusahaan. Cacat ini menyebabkan kerugian untuk perusahaan serta membuat turunnya kepuasan konsumen. Berikut ini merupakan gambar 4.21 *fishbone diagram* untuk cacat kemasan *double* pada kemasan gelas 220ml.

Berdasarkan gambar 4.21 bisa dilihat terdapat beberapa hal yang menjadi akar permasalahan dari penyebab cacat produk kemasan gelas 220ml untuk jenis cacat kemasan *double* pada PT Tirtamas Lestari Banyuwangi adalah sebagai berikut ini.

##### 1. Faktor material

Faktor material adalah cacat *cup* yang menempel hal ini disebabkan oleh inspeksi pada bahan baku *cup* kurang dilakukan dan *cup* cacat selama distribusi dari *supplier* dan penempatan bahan baku yang tidak dilakukan dengan baik.





Gambar 4.21 Fishbone Diagram Cacat Kemasan Double



## 2. Faktor manusia

Faktor manusia yang menjadi sumber masalah penyebab cacat produk kemasan *double* pada kemasan gelas 220ml adalah kelalaian karyawan terjadi karena *briefing* kurang maksimal dimana *briefing* memuat target produksi harian yang dilakukan sebelum pekerjaan dimulai, kurang fokus saat bekerja, tidak menjalankan SOP pemindahan produk dengan benar, dan beban kerja karyawan yang tinggi dan kinerja karyawan yang berbeda disebabkan oleh pelatihan karyawan yang kurang dan terdapat karyawan baru.

## 3. Faktor metode

Sumber penyebab cacat pada metode ini dapat menimbulkan cacat kemasan *double* adalah tumpukan *cup* yang berbeda, pemindahan *cup* yang salah, dan *cup* yang tidak presisi. Tumpukan *cup* yang berbeda disebabkan jumlah pada masing-masing *stocker* berbeda dapat menimbulkan kekosongan pada *stocker*. Pemindahan *cup* yang salah dilakukan oleh karyawan dengan tidak hati-hati bisa menimbulkan material *cup* saling menempel atau cacat. Peletakkan *cup* pada *stocker* perlu dilakukan dengan hati-hati agar mesin berjalan baik.

## 4. Faktor mesin

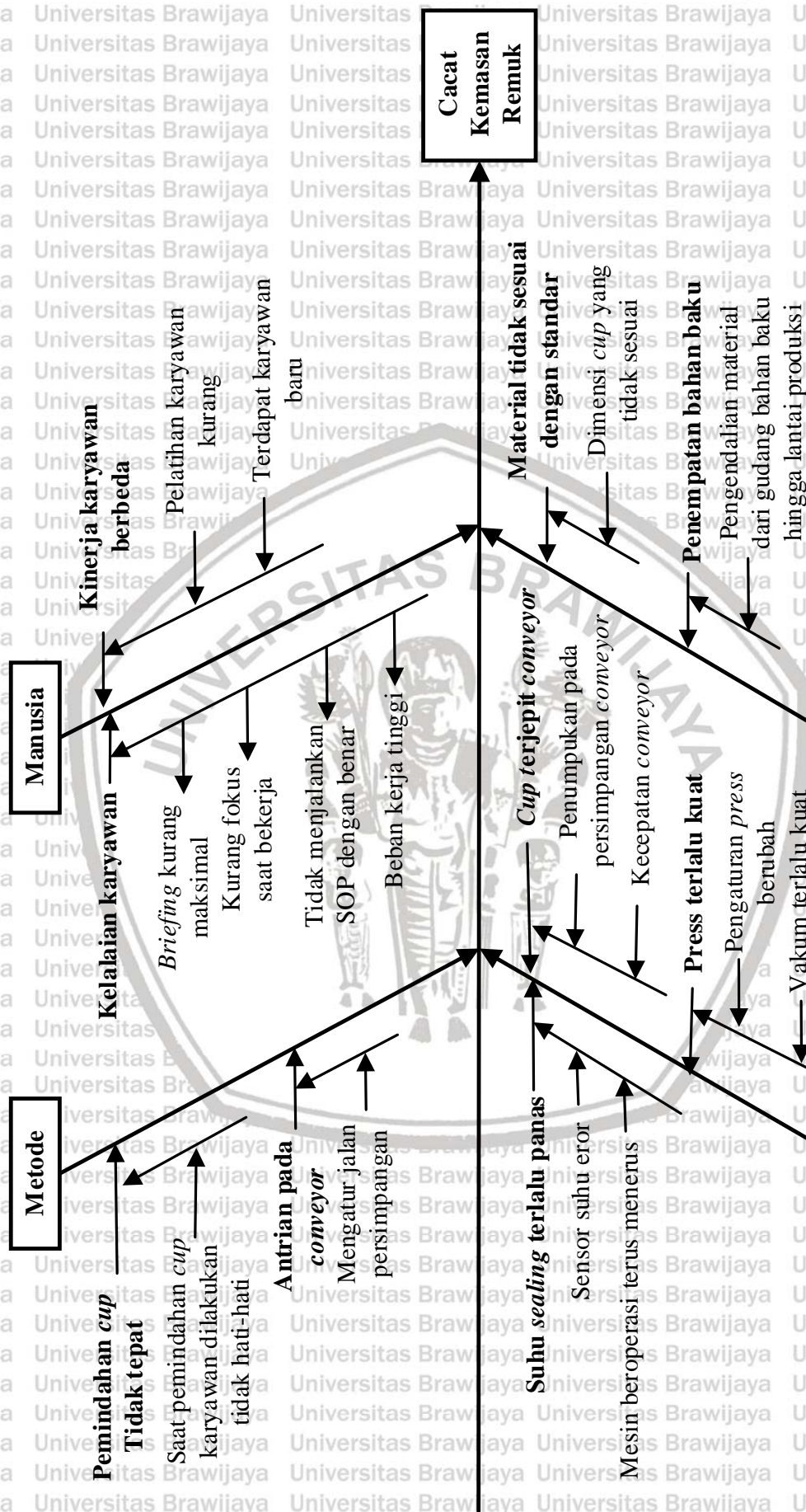
Pada lantai produksi kemasan gelas 220ml proses *filling* dan *sealing* di *cup filler machine* terdapat beberapa permasalahan yang menyebabkan timbulnya cacat produk kemasan *double*, yaitu *stocker cup* yang tidak berjalan normal disebabkan oleh adanya *cup* yang tersangkut dan juga *maintenance stocker* yang kurang diperhatikan dapat menyebabkan *cup* menjadi saat turun di pencapit menjadi tertumpuk, *cup* tidak jatuh tepat pada *bucket*, hal ini disebabkan oleh pengaturan kecepatan *conveyor* dan kecepatan *stocker* dan pencapit *cup* bermasalah yang bisa disebabkan oleh kekuatan capitan karena baut terlalu kencang atau lemah dan *maintenance* mesin kurang diperhatikan atau tidak dilakukan *preventive maintenance*.

### 4.4.4.2 Fishbone Diagram untuk Cacat Kemasan Remuk

Cacat kemasan remuk pada produk kemasan gelas 220ml adalah kondisi dimana *cup* memiliki dimensi yang tidak sesuai standar. Pada kemasan remuk terdapat lekukan atau penyok menyebabkan penampilan dari produk kemasan gelas 220ml menjadi tidak baik.

Cacat ini menyebabkan kerugian untuk perusahaan serta membuat turunnya kepuasan konsumen. Berikut ini merupakan gambar 4.22 *fishbone diagram* untuk cacat kemasan remuk pada kemasan gelas 220ml.





Gambar 4.22 Fishbone Diagram Cacat Kemasan Remuk



Berdasarkan gambar 4.22 bisa dilihat terdapat beberapa hal yang menjadi akar permasalahan dari penyebab cacat produk kemasan gelas 220ml untuk jenis cacat kemasan remuk. Berikut ini merupakan penjelasan dari *fishbone diagram* cacat kemasan remuk pada gambar 4.22.

#### 1. Faktor mesin

Masalah yang terjadi pada faktor mesin yang menyebabkan cacat kemasan remuk adalah *cup* terjepit pada *conveyor* yang disebabkan oleh penumpukan pada persimpangan *conveyor* dan kecepatan *conveyor*, suhu *sealing* terlalu panas disebabkan oleh sensor suhu yang eror karena mesin beroperasi secara terus-menerus, dan yang terakhir *press* terlalu kuat yang disebabkan oleh pengaturan *press* tidak diperhatikan dan vakum yang terlalu kuat.

#### 2. Faktor manusia

Faktor manusia yang menjadi sumber masalah penyebab cacat produk kemasan remuk pada kemasan gelas 220ml adalah kelalaian karyawan dan kinerja karyawan yang berbeda. Kelalaian karyawan dapat terjadi karena *briefing* kurang maksimal dimana *briefing* memuat target dan *jobdesk* produksi harian yang dilakukan sebelum pekerjaan dimulai, kurang fokus saat bekerja, tidak menjalankan SOP *packaging* dengan benar, dan beban kerja karyawan yang tinggi. Pada kinerja karyawan yang berbeda disebabkan oleh pelatihan karyawan yang kurang dan terdapat karyawan baru.

#### 3. Faktor metode

Salah satu faktor penyebab cacat adalah metode, yaitu antrian pada *conveyor* disebabkan oleh pengaturan di persimpangan *conveyor* dan pemindahan *cup* yang salah dilakukan oleh karyawan dengan tidak hati-hati bisa menimbulkan material *cup* penyok atau cacat.

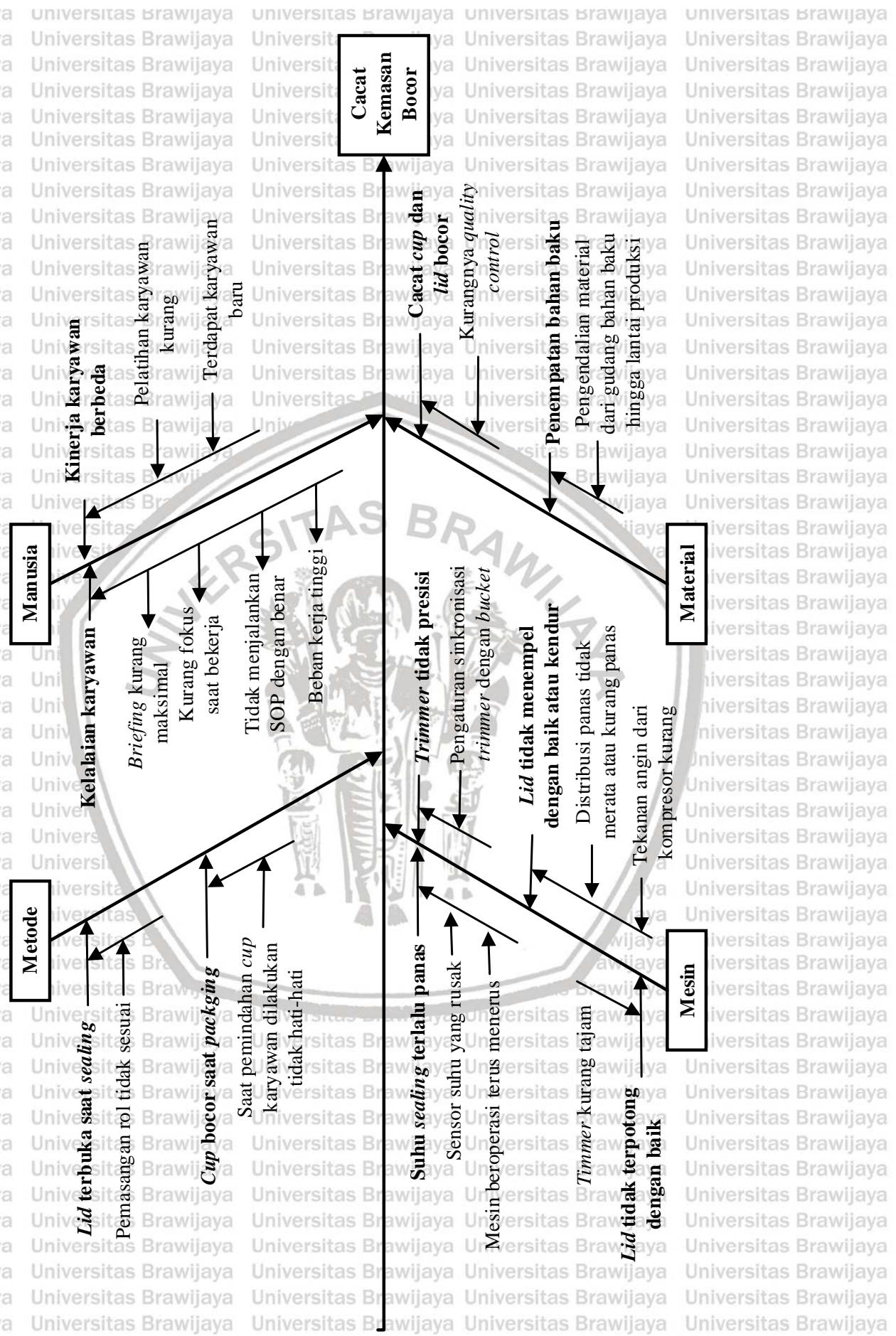
#### 4. Faktor material

Sumber masalah pada faktor material yang menyebabkan produk cacat adalah cacat *cup* penyok akibat distribusi *cup* dari *supplier*, penempatan bahan baku yang tidak dilakukan dengan baik, serta material yang memiliki dimensi tidak sesuai dari *supplier*.

#### 4.4.4.3 Fishbone Diagram untuk Cacat Kemasan Bocor

Cacat kemasan bocor pada produk kemasan gelas 220ml adalah kondisi dimana *cup* dan *lid* tidak tertutup dengan rapat atau terjadi saat *cup* memiliki celah untuk keluarnya air baik dari *cup* maupun *lid*. Cacat kemasan bocor menyebabkan air keluar dari celah tersebut sehingga tidak sesuai dengan standar perusahaan dan kepuasan dari konsumen. Selain merusak produk tersebut juga dapat merusak karton ketika telah dilakukan *pacakging*.





Gambar 4.23 Fishbone Diagram Cacat Kemasan Bocor



Berikut ini merupakan gambar 4.23 *fishbone diagram* dan penjelasannya dari cacat kemasan bocor.

1. Faktor mesin

Salah satu faktor penyebab produk cacat kemasan bocor adalah faktor mesin. Masalah dari faktor mesin, yaitu *lid* tidak terpotong dengan baik yang disebabkan oleh *timmer* kurang tajam, *trimmer* tidak presisi disebabkan oleh pengaturan sinkronisasi *trimmer* dengan *bucket*, *lid* tidak menempel dengan baik atau kendur disebabkan oleh distribusi panas tidak merata atau kurang panas dan tekanan angin dari kompresor kurang, suhu *sealing* terlalu panas disebabkan oleh pengaturan suhu yang berubah dan sensor suhu rusak karena mesin beroperasi terus-menerus.

2. Faktor manusia

Faktor manusia yang menjadi sumber masalah penyebab cacat produk kemasan bocor pada kemasan gelas 220ml adalah kelalaian karyawan dan kinerja karyawan yang berbeda. Kelalaian karyawan dapat terjadi karena *briefing* kurang maksimal dimana *briefing* memuat target dan *jobdesk* produksi harian yang dilakukan sebelum pekerjaan dimulai, kurang fokus saat bekerja, tidak menjalankan SOP inspeksi bahan baku dengan benar, dan beban kerja karyawan yang tinggi. Pada kinerja karyawan yang berbeda disebabkan oleh pelatihan karyawan yang kurang dan terdapat karyawan baru.

3. Faktor metode

Faktor selanjutnya yang menjadi penyebab produk cacat kemasan bocor adalah faktor metode. Faktor metode tersebut adalah *lid* terbuka saat *sealing* disebabkan oleh pemasangan rol yang tidak sesuai dan *cup* bocor saat *packging* disebabkan oleh pemindahan *cup* karyawan dilakukan tidak hati-hati

4. Faktor material

Sumber masalah pada faktor material untuk cacat kemasan bocor adalah penempatan bahan baku yang tidak dilakukan dengan baik, material yang memiliki dimensi tidak sesuai dari *supplier*, cacat *cup* dan *lid* bocor disebabkan oleh *cup* dan *lid* tidak dilakukan inspeksi dengan baik.

#### 4.4.4.4 Fishbone Diagram untuk Cacat Kemasan Cap Miring

Cacat kemasan cap miring pada produk kemasan gelas 220ml adalah kondisi dimana *cup* dan *lid* tertutup dengan rapat, tetapi *lid* tidak presisi pada tengah cup yang menyebabkan gambar atau tulisan tidak dapat terbaca dengan baik. Cacat kemasan cap miring membuat penampilan dari produk kemasan gelas 220ml menjadi tidak baik, sehingga tidak sesuai



dengan standar perusahaan dan kepuasan dari konsumen. Berikut ini merupakan gambar 4.24 *fishbone diagram* dari cacat kemasan cap miring.

1. Faktor mesin

Salah satu faktor penyebab produk cacat kemasan bocor adalah faktor mesin. Masalah-masalah yang terjadi karena faktor mesin adalah *cup* dan *lid* tidak presisi disebabkan oleh pemasangan *lid* yang tidak presisi, tarikan *lid* kurang presisi disebabkan oleh pemasangan *rol lid* tidak tepat dan kecepatan *belt rem*, dan *trimmer* tidak presisi disebabkan oleh sensor *correction trimmer* terjadi eror.

2. Faktor metode

Berikutnya salah satu faktor penyebab terjadinya cacat kemasan cap miring adalah faktor metode. Masalah yang terdapat pada faktor metode adalah cacat pada awal produksi yang disebabkan oleh *set up* mesin pada *warming up* kurang maksimal.

3. Faktor manusia

Faktor manusia yang menjadi sumber masalah penyebab cacat produk kemasan cap miring pada kemasan gelas 220ml adalah kelalaian karyawan dan kinerja karyawan yang berbeda. Kelalaian karyawan dapat terjadi karena *briefing* kurang maksimal dimana *briefing* memuat target dan *jobdesk* produksi harian yang dilakukan sebelum pekerjaan dimulai, kurang fokus saat bekerja, tidak menjalankan SOP pemasangan *lid* dengan benar, dan beban kerja karyawan yang tinggi. Pada kinerja karyawan yang berbeda disebabkan oleh pelatihan karyawan yang kurang dan terdapat karyawan baru.

4. Faktor material

Masalah yang timbul pada faktor material adalah cacat *lid* terlipat yang diakibatkan kurangnya *quality control* dan cacat dari distributor, material tidak sesuai dengan standar diakibatkan oleh dimensi *cup* dan *lid* yang tidak sesuai, dan penempatan bahan baku yang tidak dilakukan dengan baik.

#### 4.4.4.5 Fishbone Diagram untuk Cacat Volume Air Kurang

Cacat volume air kurang pada produk kemasan gelas 220ml adalah kondisi dimana *cup* dan *lid* tertutup dengan rapat, tetapi volume air yang terisi kurang dari standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Cacat volume air kurang dapat terlihat dari pengamatan visual, jika volume yang berkurang sangat banyak, namun jika sedikit perlu dilakukan pengukuran. Berdasarkan gambar 4.25 bisa dilihat terdapat beberapa hal yang menjadi akar permasalahan dari penyebab cacat produk kemasan gelas 220ml untuk jenis cacat volume air kurang sebagai berikut ini.



#### 1. Faktor mesin

Salah satu faktor penyebab produk cacat kemasan bocor adalah faktor mesin. Masalah-masalah yang terjadi karena faktor mesin adalah *bucket* miring atau goyang menyebabkan ketika *cup* bergerak menuju proses *sealing* air akan tumpah terlebih dahulu, *nozzle* tidak presisi disebabkan oleh *nozzle* miring saat pengisian air yang mengalir tidak tepat pada *cup*, *nozzle* air tidak lancar disebabkan oleh kotoran yang menyumbat *nozzle* air dan pompa air tidak bekerja maksimal karena tekanan kompresor tidak stabil.

#### 2. Faktor manusia

Faktor manusia yang menjadi sumber masalah penyebab cacat volume air kurang pada kemasan gelas 220ml adalah kelalaian karyawan dan kinerja karyawan yang berbeda. Kelalaian karyawan dapat terjadi karena *briefing* kurang maksimal dimana *briefing* memuat target dan *jobdesk* produksi harian yang dilakukan sebelum pekerjaan dimulai, kurang fokus saat bekerja, tidak menjalankan SOP *maintenance* kompresor sesuai jadwal yang menyebabkan kompresor tidak berjalan maksimal, dan beban kerja karyawan yang tinggi. Pada kinerja karyawan yang berbeda disebabkan oleh pelatihan karyawan yang kurang dan terdapat karyawan baru.

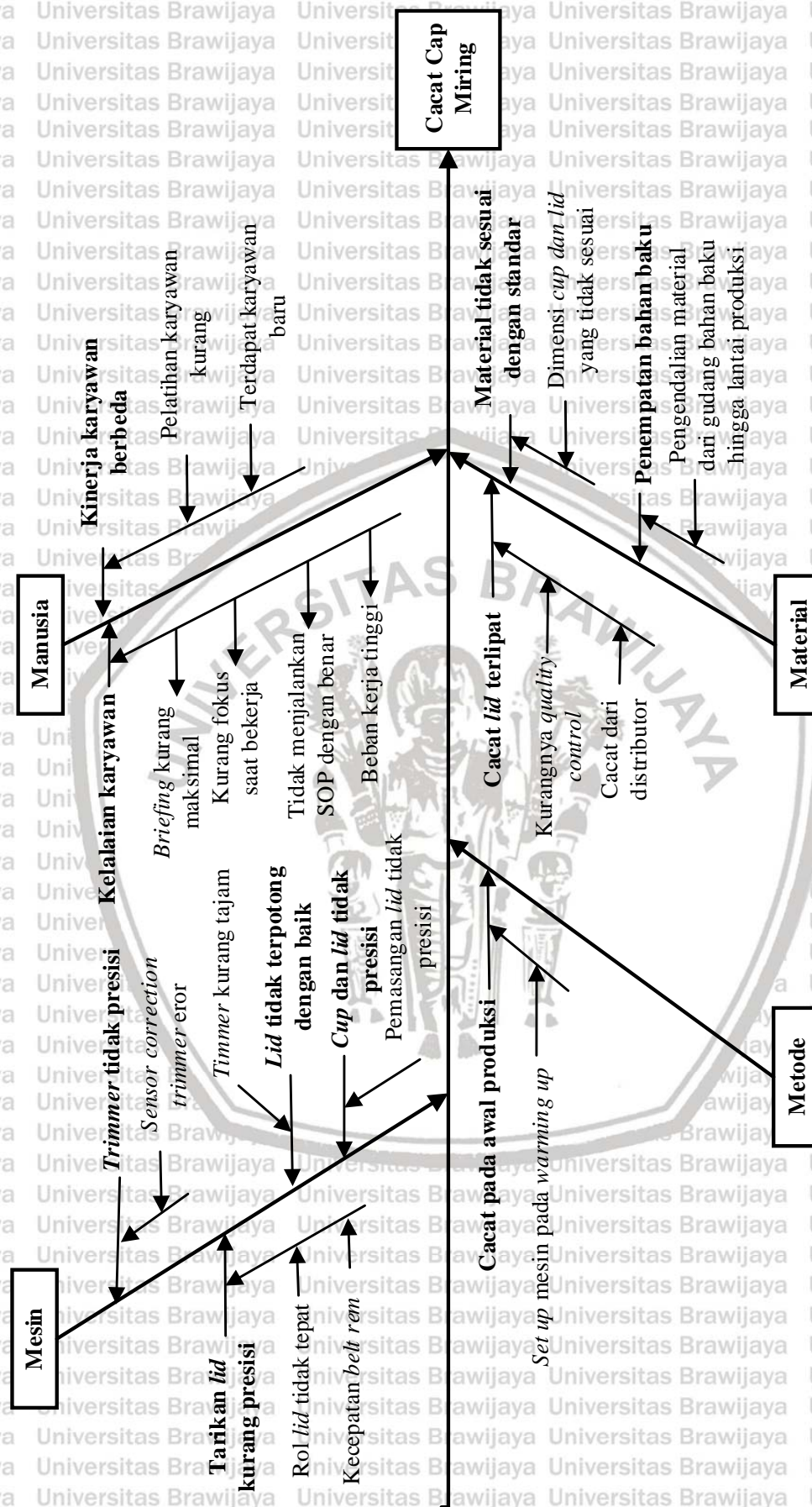
#### 3. Faktor metode

Berikutnya salah satu faktor penyebab terjadinya cacat volume air kurang adalah faktor metode. Masalah yang terdapat pada faktor metode adalah cacat pada awal produksi yang disebabkan oleh *set up* mesin pada *warming up* kurang maksimal dan fungsi kerja *bucket cup* adalah tempat menyangga *cup* dimana *bucket cup* bisa bergeser selama proses yang terjadi pada *cup filler machine* sehingga ketika pemasangan *bucket* yang kurang presisi pada baut dan *belt rem* yang menyebabkan *bucket* miring atau goyang.

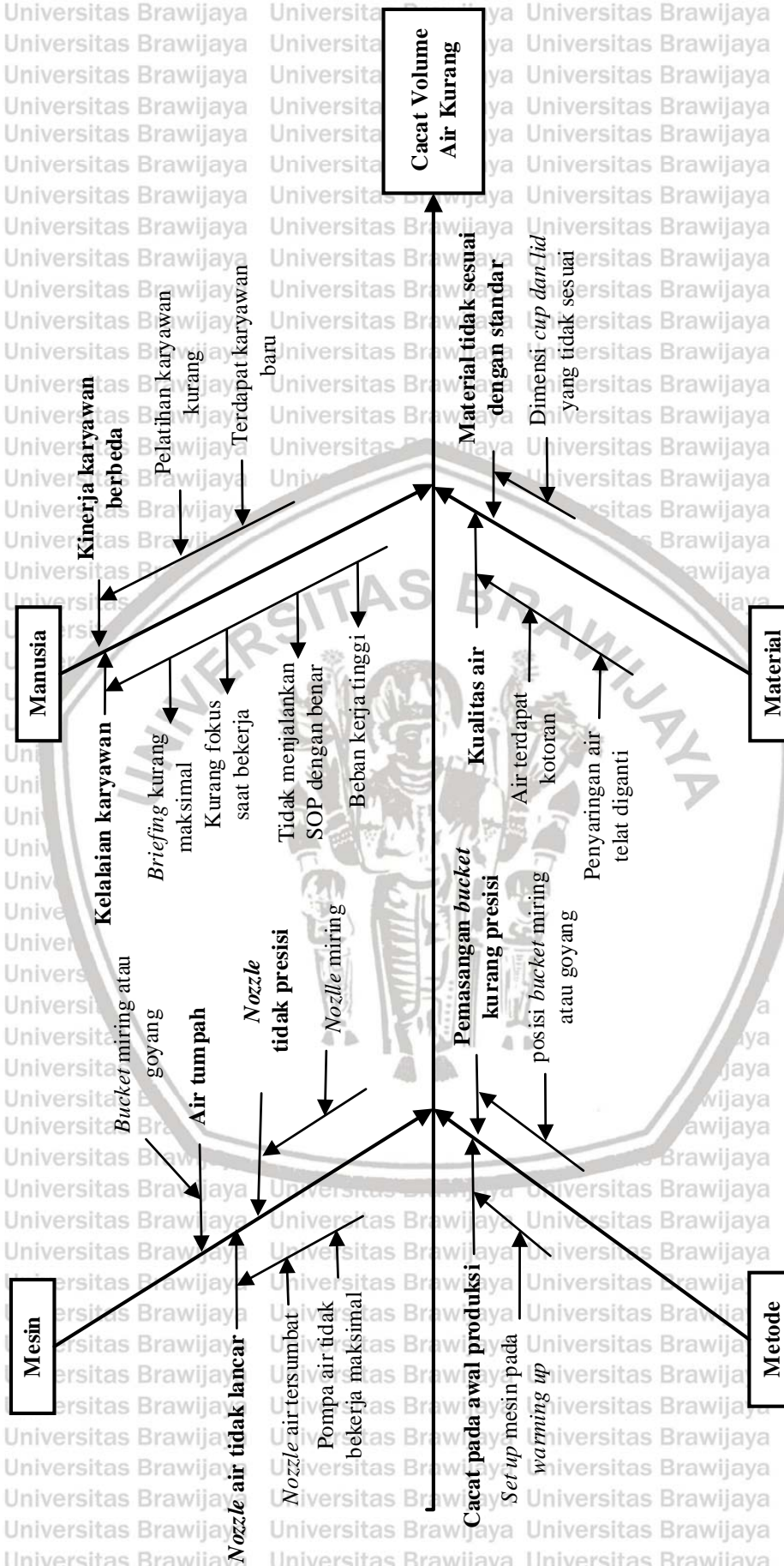
#### 4. Faktor material

Faktor material juga dapat menyebabkan timbulnya produk cacat cap miring pada kemasan gelas 220ml. Masalah yang timbul pada faktor material adalah kualitas air disebabkan oleh air terdapat kotoran dan penyaringan air telat diganti dan material tidak sesuai dengan standar diakibatkan oleh dimensi *cup* dan *lid* yang tidak sesuai.





Gambar 4.24 Fishbone Diagram Cacat Kemasan Cap Miring



Gambar 4.25 Fishbone Diagram Cacat Volume Air Kurang



#### 4.4.2 Identifikasi Perbedaan Rata-rata Antara Regu Karyawan dan Persentase Cacat

##### Produk

Dibutuhkan sumber daya manusia yang kompeten atau ahli dalam mengerjakan sesuatu hal. Karyawan merupakan salah satu faktor yang bisa menjadi sumber dari akar permasalahan yang menyebabkan timbulnya produk cacat pada kemasan gelas 220ml di PT Tirtamas Lestari Banyuwangi. Karyawan dalam setiap individunya memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam merespon atau melakukan sesuatu hal yang terjadi ketika bekerja. Setelah melakukan diskusi dengan pihak perusahaan sumber daya manusia merupakan peranan penting agar perusahaan dapat menghasilkan produk yang berkualitas. Sesuai hasil pengamatan di lapangan didapatkan bahwa kinerja dari karyawan sangat mempengaruhi dalam timbulnya produk cacat selain masalah yang terjadi akibat mesin. Oleh sebab itu, perusahaan ingin mengetahui apakah benar terjadi jika perbedaan karyawan dapat mempengaruhi jumlah persentase *defect* pada produk kemasan gelas 220ml. Melalui metode *six sigma* pada tahap *analyze* ini dilakukan pengujian perbedaan rata-rata jumlah persentase *defect* produk yang diakibatkan oleh kinerja dari karyawan pada rantai produksi kemasan gelas 220ml. Karyawan yang bekerja pada kemasan produk 220ml terbagi dalam dua regu kerja. Untuk melakukan pengujian perbedaan rata-rata jumlah persentase cacat kemasan gelas 220ml dapat menggunakan pengujian parametrik dan non parametrik. Berikut merupakan data pengambilan sampel pada bulan September hingga November yang digunakan dalam pengujian ini antara regu karyawan A dan karyawan B pada tabel 4.10.

Tabel 4.9

Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat Pada Masing-masing Regu Karyawan

Regu Karyawan A			Regu Karyawan B		
Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Persentase cacat	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Persentase cacat
16.758	118	0,007041	16.800	101	0,006012
16.800	98	0,005833	16.800	84	0,005
16.800	92	0,005476	16.800	87	0,005179
16.128	98	0,006076	15.120	82	0,005423
16.800	100	0,005952	16.380	76	0,00464
16.800	67	0,003929	16.590	83	0,005003
16.296	95	0,00583	16.800	67	0,003988
16.800	104	0,00619	16.800	84	0,005
15.960	96	0,005764	16.800	88	0,005238
16.800	98	0,005983	16.800	108	0,006429
16.800	101	0,006012	16.800	85	0,00506
16.800	103	0,006131	15.876	67	0,00422
16.380	108	0,006593	16.128	81	0,005022
14.700	93	0,006327	16.380	88	0,005372
16.800	86	0,005119	16.800	99	0,005893



Jumlah data yang digunakan untuk masing-masing regu karyawan adalah 15 kali pengamatan yang kemudian akan dilakukan pengolahan data. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk pengolahan data uji perbedaan rata-rata dua sampel independen.

1. Langkah pertama adalah data tersebut akan dilakukan uji asumsi yaitu uji normalitas data yang digunakan untuk mengetahui apakah data selanjutnya akan diolah menggunakan uji parametrik atau non parametrik. Uji normalitas data ialah suatu metode yang dimanfaatkan guna melihat apakah data bersumber dari populasi yang memiliki distribusi normal atau pada sebaran normal. Distribusi normal merupakan distribusi berbentuk simetris seperti lonceng yang memiliki modus, mean, dan median pada pusat penyebaran data (Nuryadi dkk, 2017:79). Dalam melakukan uji normalitas data dibantu menggunakan software SPSS 20 dengan taraf signifikansi 5%. Hipotesis yang digunakan adalah:

$H_0$ : Nilai Sig. > 0,05, maka data berdistribusi normal

$H_1$ : Nilai Sig. < 0,05, maka data berdistribusi tidak normal

Berikut merupakan hasil pengujian normalitas data pada gambar 4.26.

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Persentase Cacat	Regu Karyawan A	.232	15	.029	.874	15	.038
	Regu Karyawan B	.197	15	.121	.956	15	.626

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 4.26 Hasil Uji Normalitas Data

Dapat dilihat pada gambar 4.26 hasil uji normalitas data diperoleh bahwa nilai signifikansi untuk regu karyawan A pada Uji *Kolmogorov-Smirnov* sebesar 0,029 dan pada uji *Shapiro-Wilk* sebesar 0,38. Sedangkan nilai signifikansi untuk regu karyawan B pada Uji *Kolmogorov-Smirnov* sebesar 0,121 dan pada uji *Shapiro-Wilk* sebesar 0,626. Menurut Dahlan (2010:48), bila sampel yang digunakan kurang dari 50 yang digunakan adalah uji *Shapiro-Wilk*. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, untuk data regu karyawan A memiliki nilai signifikansi sebesar  $0,038 < 0,05$  berarti data tidak berdistribusi normal, sedangkan untuk data regu karyawan B memiliki nilai signifikansi sebesar  $0,626 > 0,05$  berarti data berdistribusi normal. Karena kedua data tidak berdistribusi normal, maka tidak perlu dilakukan pengujian homogenitas varians namun langsung dilakukan uji statistik non parametrik yaitu uji *Mann Whitney*.

2. Uji statistik non parametrik menggunakan uji *Mann Whitney*



Langkah selanjutnya setelah diketahui hasil uji normalitas data yang terdapat salah satu data tidak berdistribusi normal maka untuk uji perbedaan rata-rata dua sampel independen adalah menggunakan uji non parametrik yaitu uji *Mann Whitney*. Dalam pengujian *Mann Whitney* ini adalah uji rata-rata dari nilai peringkat untuk masing-masing sampel yang kemudian dibandingkan apakah nilai rata-rata dari sampel tersebut terdapat perbedaan signifikan atau tidak. Dalam melakukan uji *Mann Whitney* dibantu menggunakan *software* SPSS 20 dengan menggunakan taraf signifikansi 5%. hipotesis yang digunakan adalah:

$H_0$ : Nilai *Asymp. Sig. (2 – tailed)* > 0,05, maka tidak terdapat perbedaan signifikan rata – rata dua sampel

$H_1$ : Nilai *Asymp. Sig. (2 – tailed)* < 0,05, maka terdapat perbedaan signifikan rata – rata dua sampel

Berikut ini merupakan hasil pengujian rata-rata dari regu karyawan A dan regu karyawan B berdasarkan persentase jumlah cacatnya pada gambar 4.27 menggunakan data di tabel 4.10.

Ranks				
	Regu Karyawan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Persentase Cacat	Regu Karyawan A	15	20.10	301.50
	Regu Karyawan B	15	10.90	163.50
	Total	30		

Test Statistics <sup>a</sup>	
	Persentase Cacat
Mann-Whitney U	43.500
Wilcoxon W	163.500
Z	-2.863
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.003 <sup>b</sup>

a. Grouping Variable: Regu Karyawan

b. Not corrected for ties.

Gambar 4.27 Hasil *Mann Whitney Test*

Berdasarkan gambar 4.27 hasil pengujian *Mann Whitney* didapatkan bahwa untuk peringkat rata-rata regu karyawan A adalah 20,10 dan jumlah dari rata-rata peringkat adalah 301,50, sedangkan untuk peringkat rata-rata regu karyawan B adalah 10,90 dan jumlah dari rata-rata peringkat adalah 163,50. Hasil pengujian statistik dari SPSS 20 didapatkan bahwa nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* adalah 0,004, maka hipotesis  $H_1$  diterima



terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata regu karyawan A dan regu rata-rata Karyawan B.

### 3. Interpretasi hasil pengujian perbedaan rata-rata dua sampel

Kinerja dari masing-masing regu karyawan dinilai dari persentase jumlah cacat produk cacat yang dihasilkan dalam setiap produksinya. Seperti yang didapatkan dari hasil perhitungan uji perbedaan rata-rata antara dua regu karyawan dengan persentase jumlah cacat kemasan gelas 220ml yang timbul pada lantai produksi kemasan gelas 220ml di PT Tirtamas Lestari adalah terdapat perbedaan kinerja. Perbedaan hasil kinerja ini dapat disebabkan oleh banyak faktor, yang mana telah disebutkan pada *fishbone diagram* sebelumnya. Hasil ini juga selaras dengan yang didapatkan antara diskusi dengan pihak perusahaan dimana menunjukkan prioritas yang diutamakan oleh perusahaan dalam mempengaruhi kualitas dari kemasan gelas 220ml adalah perbedaan kinerja dari karyawan yang bekerja pada lantai produksi. Oleh sebab itu, hasil analisis ini kemudian akan dipergunakan oleh perusahaan untuk melakukan perbaikan guna mencapai *zero defect*.

## 4.5 Tahap *Improve*

Tahapan selanjutnya setelah tahap *analyze* adalah tahap *improve* pada metode *six sigma* ini. Tahap *improve* adalah tahapan untuk menyusun rekomendasi perbaikan yang akan dilakukan oleh perusahaan. Sesuai hasil analisis pada tahap sebelumnya rekomendasi perbaikan yang disusun adalah untuk memperbaiki kinerja dari karyawan pada lantai produksi kemasan gelas 220ml. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mencegah, mendeteksi, menghentikan, serta memberikan *feedback* yang cepat pada berjalannya sistem produksi yang diakibatkan oleh terjadinya *human error* atau kesalahan manusia adalah metode *Poka Yoke* atau *mistake proofing*. Selain itu, akan juga digunakan metode *Program Decision Process Chart* (PDPC) untuk pengambilan keputusan oleh perusahaan dalam merencanakan prosedur dengan prioritas pada masalah atau hambatan yang bisa terjadi selama proses produksi. Berikut ini merupakan hal-hal yang dapat menjadi rekomendasi perbaikan untuk mengurangi dan menanggulangi produk cacat kemasan gelas 220ml.

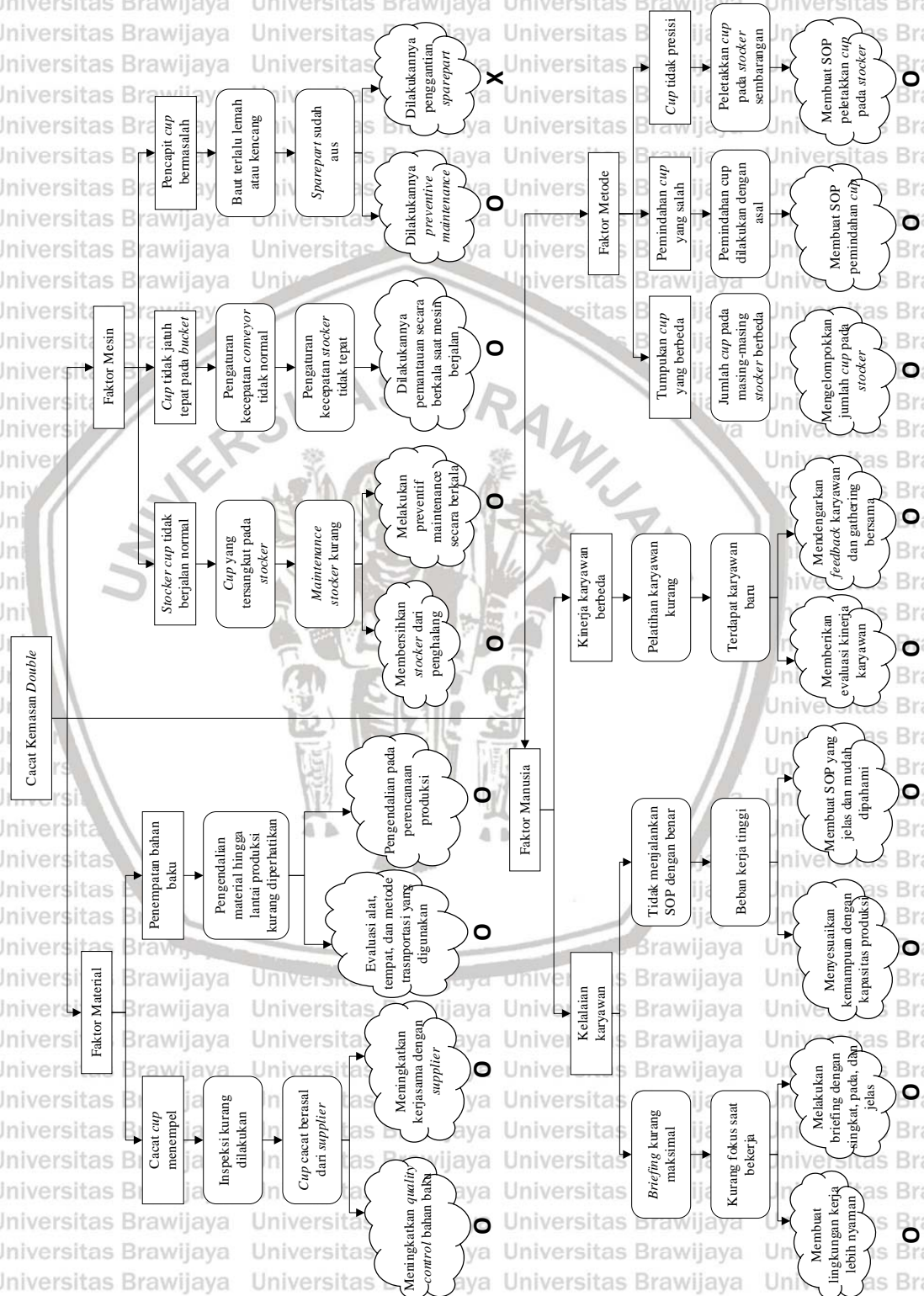
### 4.5.1 Rekomendasi Perbaikan Menggunakan *Program Decision Process Chart* (PDPC)

Dalam menyusun rekomendasi perbaikan menggunakan *Program Decision Process Chart* (PDPC) diperoleh dari hasil diskusi dengan pihak perusahaan berdasarkan masalah-



masalah yang telah dijelaskan pada *fishbone diagram* untuk masing-masing jenis cacat pada kemasan gelas 220ml. Berikut ini merupakan *Program Decision Process Chart* (PDPC) untuk masing-masing jenis cacat kemasan gelas 220ml.

1. *Program Decision Process Chart* (PDPC) untuk jenis cacat kemasan *double*



Gambar 4.28 *Program Decision Process Chart* (PDPC) Untuk Cacat Kemasan *Double*



Dapat dilihat pada gambar 4.28 usulan yang diberikan untuk memberikan penyelesaian pada setiap masalah-masalah yang menimbulkan cacat produk kemasan *double* hampir bisa diterima secara keseluruhan oleh perusahaan seperti membuat SOP baik untuk pengendalian bahan baku hingga penggunaan mesin, melakukan tindakan perbaikan preventif pada mesin dan melakukan perubahan lingkungan kerja agar lebih nyaman untuk seluruh karyawan dalam bekerja. Terdapat satu usulan yang tidak bisa segera dilakukan oleh pihak perusahaan adalah ketika penggantian *sparepart* diakibatkan oleh ketersediaan dari *sparepart* tersebut langka dan mahal. Oleh sebab itu, perusahaan lebih melakukan modifikasi supaya mesin dapat bekerja semaksimal mungkin.

## 2. *Program Decision Process Chart* (PDPC) untuk jenis cacat kemasan remuk

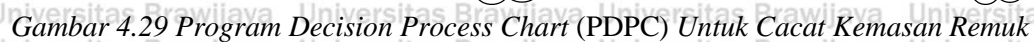
Usulan perbaikan untuk jenis cacat kemasan remuk dapat dilihat pada gambar 4.29.

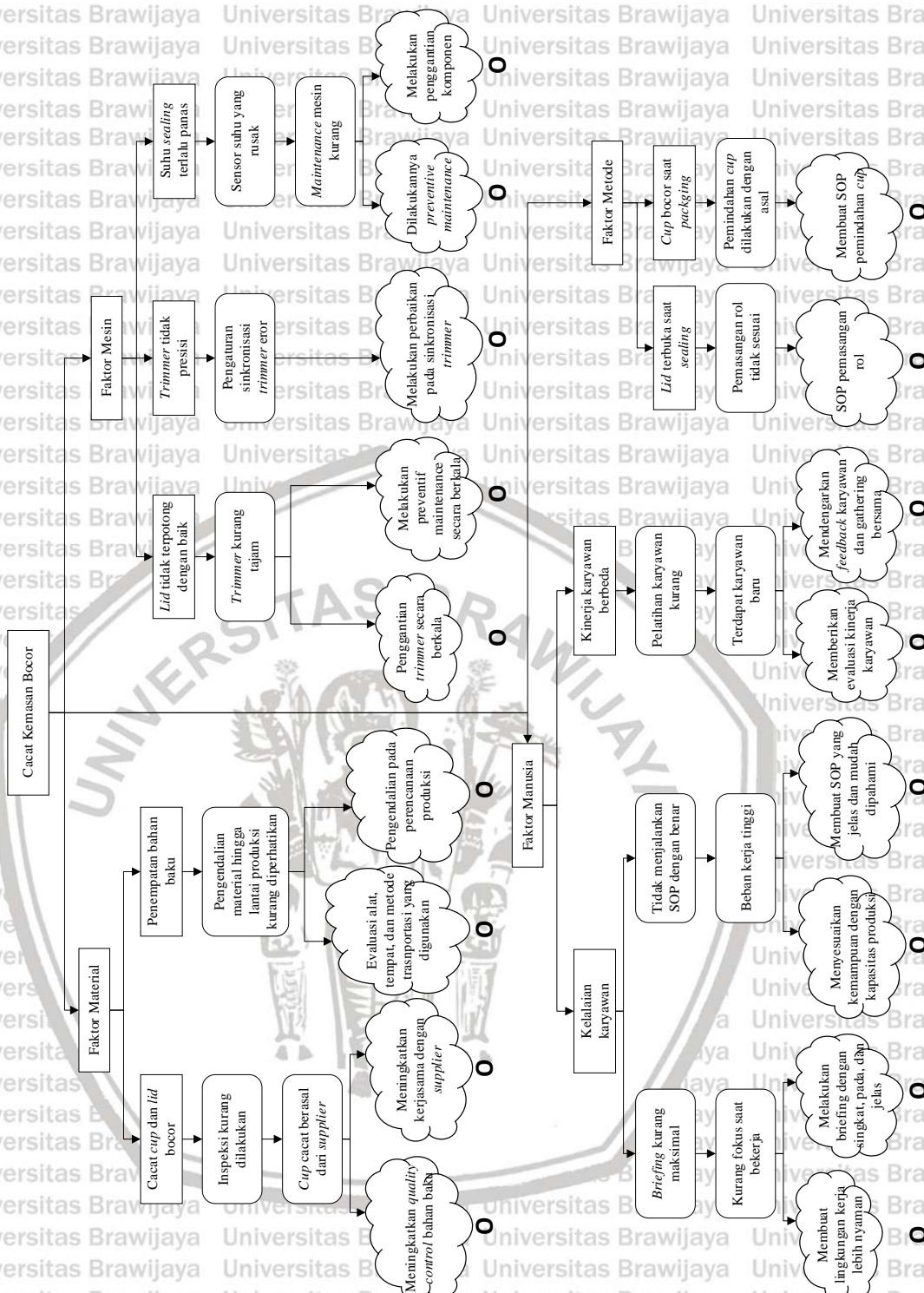
Dapat dilihat pada gambar 4.29 usulan yang diberikan untuk memberikan penyelesaian pada setiap masalah-masalah yang menimbulkan cacat produk kemasan remuk menjadi skala prioritas seperti peningkatan *quality control*, mengevaluasi kinerja sistem yang saat ini berjalan, pengendalian perencanaan produksi, melakukan preventif *maintenance*, monitoring atau mengawasi kinerja mesin secara berkala, membuat SOP untuk memperbaiki metode kerja, dan mendengarkan *feedback* dari karyawan. Sedangkan untuk rekomendasi yang tidak menjadi prioritas adalah melakukan menambahkan sensor pada mesin dikarenakan ketersediaan komponen tidak ada, biaya yang mahal, perbaikan kinerja karyawan dan waktu yang dibutuhkan terlalu banyak.

## 3. *Program Decision Process Chart* (PDPC) untuk jenis cacat kemasan bocor

Dapat dilihat pada gambar 4.30 usulan yang diberikan untuk memberikan penyelesaian pada setiap masalah-masalah yang menimbulkan cacat produk kemasan bocor dapat diterima seluruhnya oleh pihak perusahaan, seperti meningkatkan *quality control*, meningkatkan kerjasama dengan *supplier*, evaluasi kinerja sistem saat ini, pengendalian perencanaan produksi, penggantian beberapa komponen, melakukan preventif *maintenance*, membuat beberapa SOP kerja, evaluasi kinerja karyawan, dan menerima *feedback* dari karyawan.







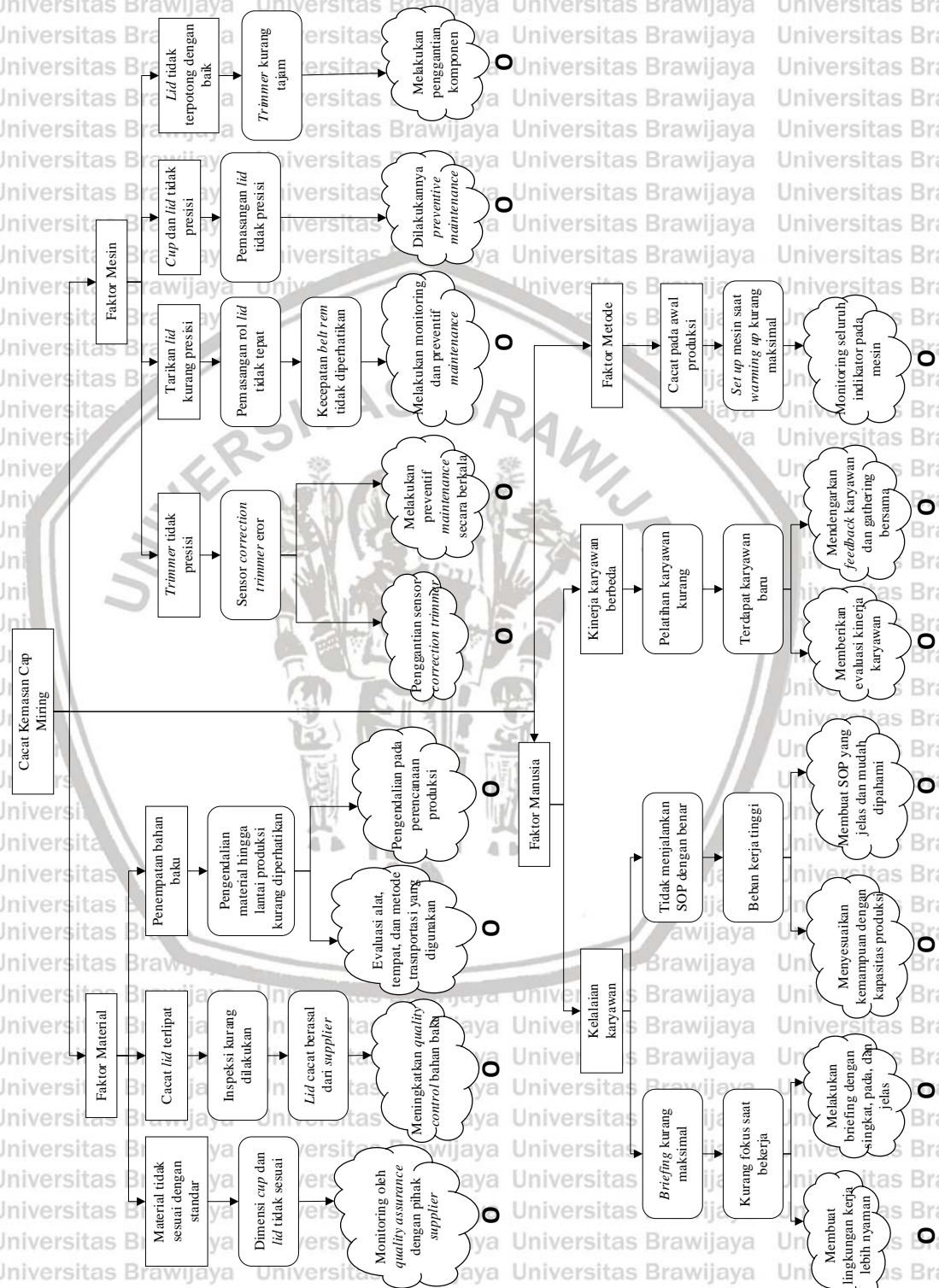
Gambar 4.30 Program Decision Process Chart (PDPC) Untuk Cacat Kemasan Bocor

#### 4. Program Decision Process Chart (PDPC) untuk jenis cacat kemasan cap miring

Dapat dilihat pada gambar 4.31 usulan yang diberikan untuk memberikan penyelesaian pada setiap masalah-masalah yang menimbulkan cacat produk kemasan cap miring menjadi skala prioritas oleh pihak perusahaan, seperti meningkatkan *quality control*, monitoring oleh *quality assurance* serta meningkatkan kerjasama dengan *supplier*,

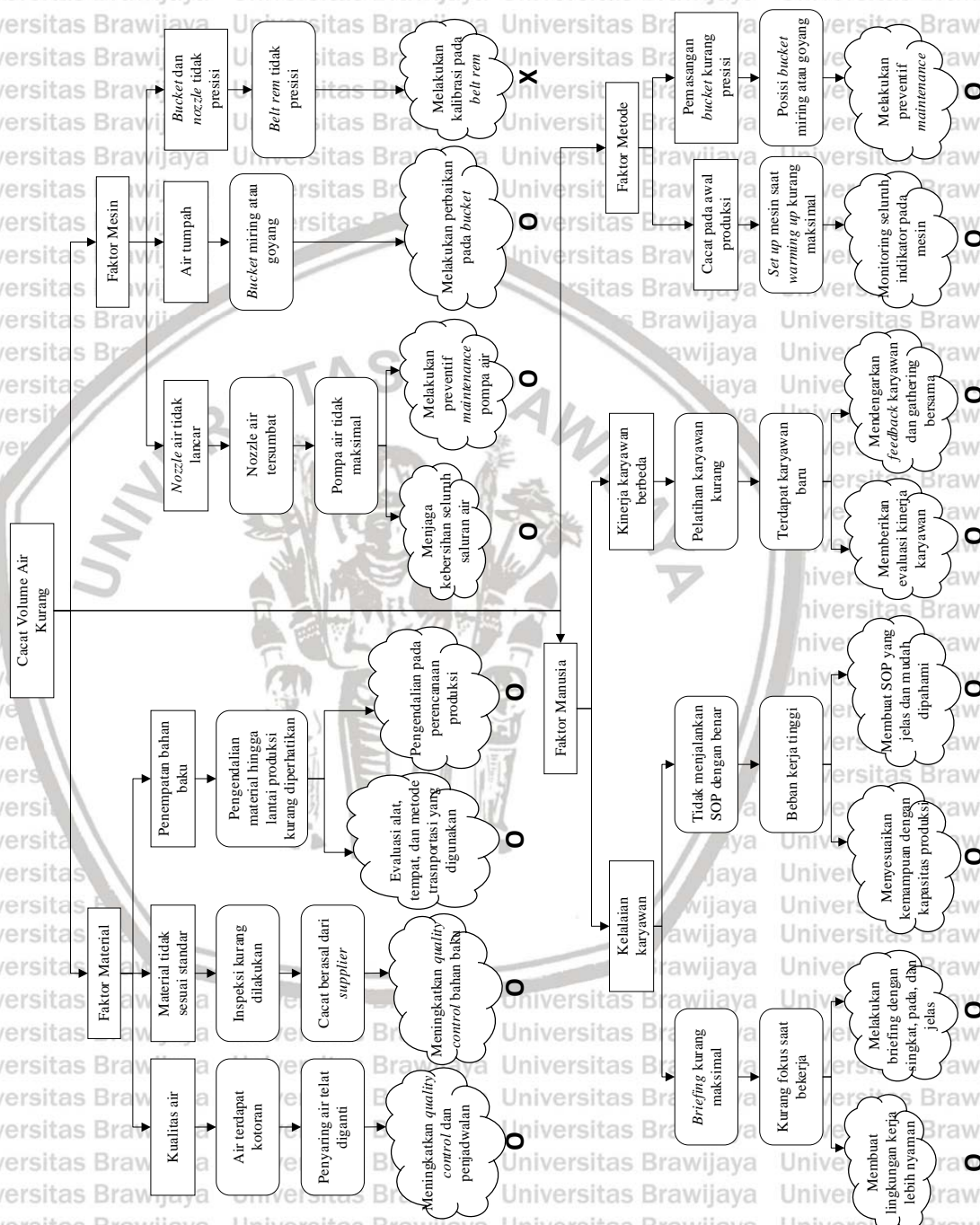


evaluasi kinerja sistem saat ini, pengendalian perencanaan produksi, penggantian sensor *correction trimmer* dan *trimmer*, melakukan preventif *maintenance*, membuat beberapa SOP kerja, evaluasi kinerja karyawan, dan menerima *feedback* dari karyawan.



Gambar 4.31 Program Decision Process Chart (PDPC) Untuk Cacat Kemasan Cap Miring

5. *Program Decision Process Chart (PDPC)* untuk jenis cacat volume air kurang  
Dapat dilihat pada gambar 4.32 usulan yang diberikan untuk memberikan penyelesaian pada setiap masalah-masalah yang menimbulkan cacat produk volume air kurang menjadi skala prioritas oleh pihak perusahaan.



Gambar 4.32 Program Decision Process Chart (PDPC) Untuk Cacat Volume Air Kurang

Seperti berikut ini rekomendasi perbaikan adalah meningkatkan *quality control* serta penjadwalan, monitoring oleh *quality assurance* serta meningkatkan kerjasama dengan



*supplier*, evaluasi kinerja sistem saat ini, pengendalian perencanaan produksi, menjaga kebersihan seluruh saluran air, melakukan preventif *maintenance*, membuat beberapa SOP kerja, evaluasi kinerja karyawan, dan menerima *feedback* dari karyawan. Terdapat usulan yang belum menjadi skala prioritas adalah melakukan kalibrasi pada *belt rem*.

Dari banyak usulan yang direkomendasikan terhadap perusahaan dapat diterima namun terdapat pula usulan perbaikan yang tidak menjadi skala prioritas perbaikan dalam waktu yang singkat atau jangka pendek. Hal ini disebabkan oleh kemampuan dari perusahaan yang memerlukan banyak persetujuan serta terkendala oleh biaya dan waktu untuk melakukan perubahan atau perbaikan. Selanjutnya akan dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode *poka yoke* untuk membantu perusahaan dalam perbaikan kualitas yang disebabkan oleh kesalahan atau kinerja dari karyawan.

#### 4.5.2 Rekomendasi Perbaikan Menggunakan Metode *Poka Yoke*

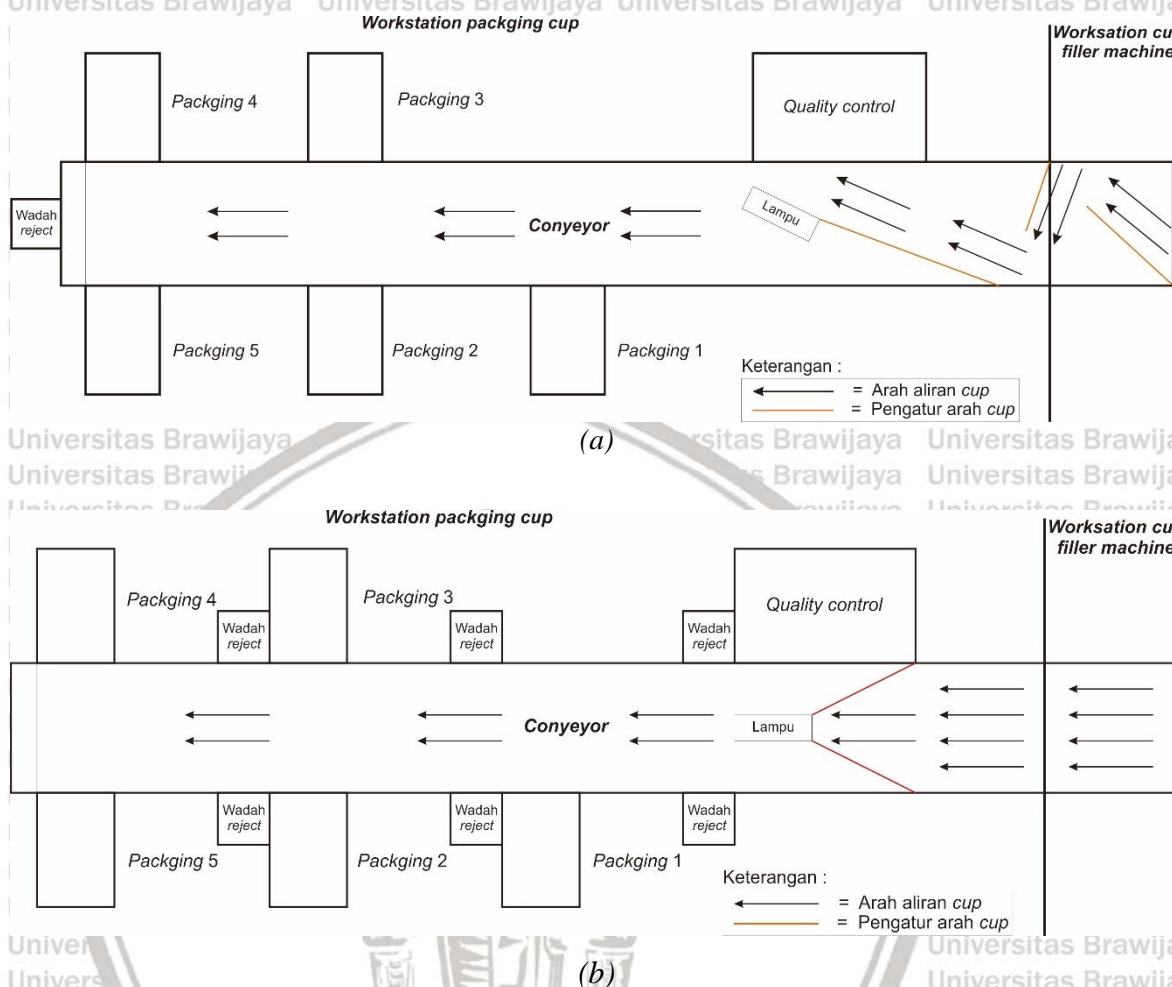
Metode *Poka Yoke* dilakukan untuk memberikan usulan rekomendasi kecacatan yang disebabkan dari kelalaian pekerja. Tahapan dari *Poka Yoke* dimulai dari analisis *identify problem*, *observation at workstation*, *brainstorming for ideas*, dan terakhir *select best idea*.

Bagian analisis *identify problem* dan *observation at workstation* sudah dilakukan pada tahapan *six sigma* sebelumnya. Untuk bagian *brainstorming for ideas* adalah suatu sistem guna memahami usulan rekomendasi perbaikan yang bersumber dari *stakeholder-stakeholder* yang terlibat. Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah sebagai berikut ini:

##### 1. Rekomendasi perbaikan pada jalannya *conveyor*

Cacat yang bisa timbul pada *conveyor* adalah kemasan remuk dan kemasan bocor, dikarenakan terjepit pada persimpangan. Oleh sebab itu, rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah melakukan *redesign* pada jalur *conveyor* untuk meningkatkan kinerja dari *quality control* dan menghindari *bottleneck*. Berikut ini merupakan gambar 4.33 sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan pada lintasan *conveyor*. Dapat dilihat pada gambar 4.33 (a) sebelum dilakukan perbaikan alur *cup* yang turun dari *cup filler machine* terdapat 3 persimpangan yang terdapat pada *conveyor* saat ini dapat menyebabkan antrian dan tumpukan sehingga menimbulkan produk cacat. Pada gambar 4.33 (b) setelah dilakukan perbaikan diharapkan dapat mengurangi antrian yang menumpuk pada banyak persimpangan serta meningkatkan kinerja dari *quality control* supaya produk cacat tidak terlewat inspeksi. Perbaikan ini juga menambahkan tempat produk yang *direject* karena sebelumnya produk yang *direject* tersebut menumpuk diakhir serta sembarangan dan bisa diambil oleh karyawan *packaging* dibagian

belakang. Kecepatan *conveyor* juga akan dilakukan penyesuaian supaya aliran tidak terlalu cepat atau lambat.



Gambar 4.33 (a) Sebelum Dilakukan Perbaikan, (b) Setelah Dilakukan Perbaikan

## 2. Usulan untuk meningkatkan budaya kerja 5R (rawat, resik, ringkas, rapi, dan rajin)

Melihat *workstation* setelah dilakukan produksi masih terdapat beberapa barang yang tidak dirapikan dan dibersihkan seperti pada gambar 4.34 berikut ini.





Gambar 4.34 Kondisi pada Workstation Kemasan Gelas 220ml

Tujuan utama dari penerapan budaya 5R adalah untuk meningkatkan produktivitas serta keselamatan kerja, meningkatkan kenyamanan, penghematan sumber daya, dan mengurangi biaya yang tidak diperlukan sehingga proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien. Untuk masing-masing penerapan budaya 5R memiliki manfaat dan penerapannya, yaitu sebagai berikut ini.

#### a. Ringkas

Manfaat yang diperoleh ketika menerapkan budaya ringkas adalah mengetahui jumlah barang yang dibutuhkan pada proses produksi dan menghilangkan barang yang tidak diperlukan dalam proses produksi. Penerapannya pada *workstation* kemasan gelas 220ml adalah memastikan barang yang dibutuhkan selama proses produksi tersedia pada tempatnya menggunakan daftar dan jumlah barang, memberikan tanda sebagai untuk mengelompokkan barang, dan melakukan



## FORM A.

*Gambar 4.35 Cheeck sheet Penggunaan Bahan Baku*

Manfaat yang diperoleh ketika menerapkan budaya rawat adalah reliabilitas dari mesin atau alat-alat menjadi lebih lama dan perusahaan selalu melakukan perbaikan sehingga dapat bersaing dengan kompetitor atau perusahaan lain. Penerapannya pada *workstation* kemasan gelas 220ml adalah membuat standar operasional prosedur dalam penggunaan maupun perawatan mesin dan juga alat-alat yang dipergunakan selama proses produksi. Setelah membuat SOP maka dilakukan pelatihan kepada seluruh *stakeholder* yang terlibat pada proses produksi. Berikut merupakan usulan dari *check sheet* yang dapat dipergunakan oleh perusahaan dalam melaksanakan budaya rawat pada gambar 4.36.



*Gambar 4.36 Cheeck Sheet Perbaikan Mesin dan Alat*

Manfaat yang diperoleh ketika menerapkan budaya rawat adalah lingkungan kerja yang bersih, produk menjadi lebih higienis, pekerja lebih nyaman ketika bekerja.

Berikut merupakan gambar 4.37 *cheeck sheet* yang dapat diterapkan pada lantai produk kemasan gelas 220ml.

## FORM C.

**CHECK SHEET DEPARTEMEN PRODUKSI  
KEBERSIHAN LANTAI PRODUKSI KEMASAN GELAS**

**Bagian Produk** : **Kemasan Gelas 220ml**

**Form Sheet No.** : **/ /Cheeck sheet/2021**

**Periode Produksi** : **Shift 1/Shift 2/Shift 3**

**Kebersihan bagian**

<b>Tanggal</b>	<b>Lintasan conveyor</b>	<b>Ruangan mesin</b>	<b>Sanitasi packging</b>	<b>Perekatan lakban</b>

**Catatan Tambahan:**

Diperiksa

Mengetahui Kepala  
Departemen Produksi

(  
Tanggal Periksa

(  
Tanggal Periksa

*Gambar 4.37 Cheeck Sheet Kebersihan Lantai Produk Kemasan Gelas 220ml*

d. Rajin

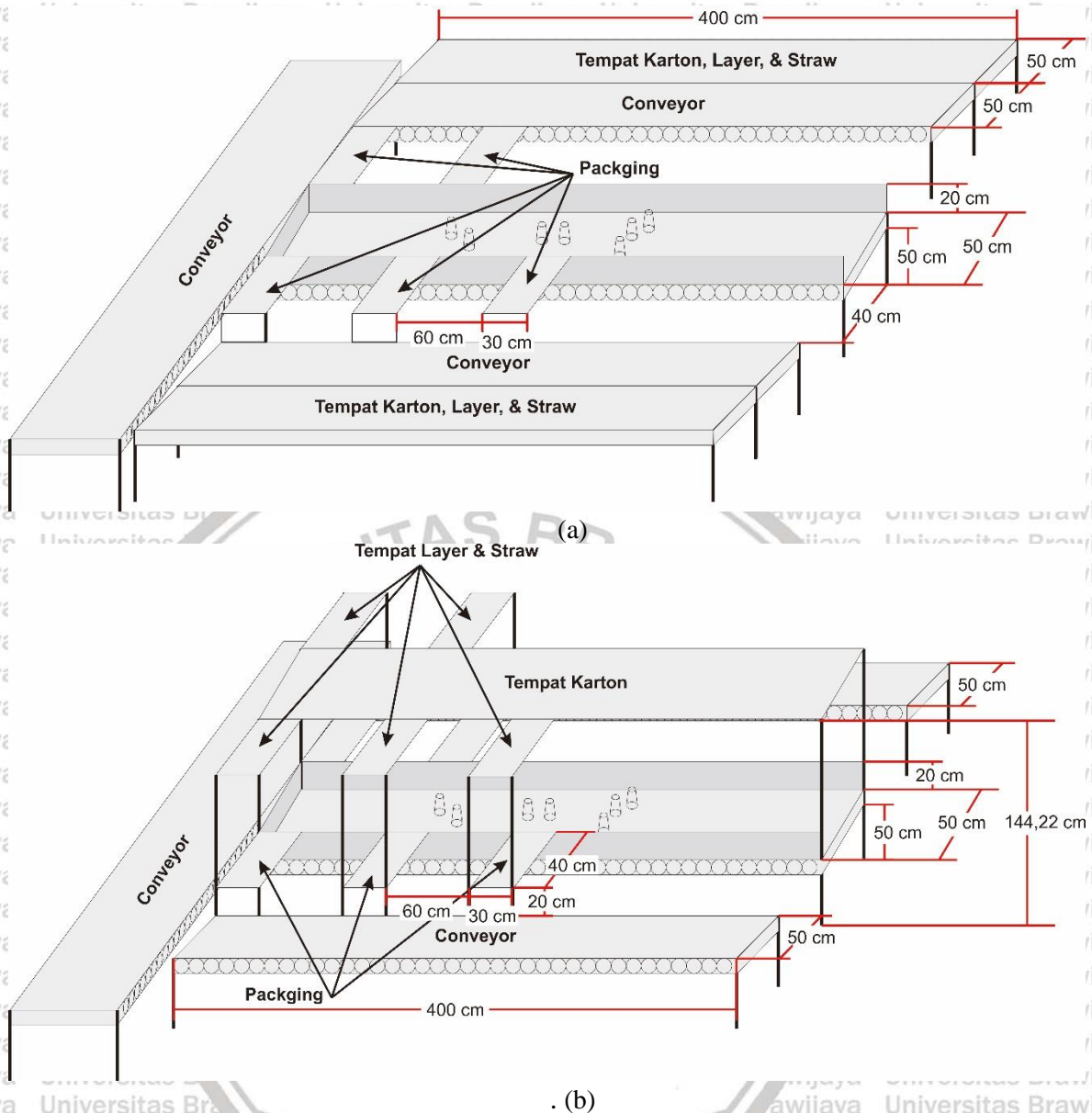
Manfaat yang diperoleh ketika menerapkan budaya rajin adalah setiap pribadi memiliki sifat disiplin dalam melakukan kebiasaan yang benar seperti gerakan dalam kerja, penggunaan alat-alat, hingga penyimpanan alat-alat supaya diletakkan pada tempat. Penerapannya pada *workstation* kemasan gelas 220ml adalah melakukan pelatihan atau *training* kepada karyawan, saling memberikan teladan yang baik, dan menciptakan komunikasi yang baik antar karyawan.

e. Rapi

Manfaat yang diperoleh ketika menerapkan budaya rapi adalah lingkungan kerja menjadi lebih tertata dan memudahkan dalam mencari atau menggunakan sesuatu tidak diperlukan waktu yang lama. Penerapannya pada *workstation* kemasan gelas 220ml adalah tata letak fasilitas yang efektif dan sesuai fungsinya, memberikan identitas atau label terhadap alat-alat maupun lokasi agar mudah dikenali, serta membuat membuat batas-batas supaya barang atau alat tetap pada tempat yang



seharusnya menjadi tidak rusak. Berikut gambar 4.38 merupakan usulan perbaikan tata letak fasilitas dalam *workstation packaging* kemasan gelas 220ml.



Gambar 4.38 (a) Sebelum Dilakukan Perbaikan, (b) Setelah Dilakukan Perbaikan Rapi

Pada gambar 4.38 dapat dilihat sebelum dilakukan perubahan penempatan karton, *straw*, dan *layer* diletakkan pada bangku panjang tanpa adanya penyekatan untuk satu barang dengan barang yang lain. Setelah dilakukan perubahan tata letak fasilitas pada bagian *workstation packaging* kemasan gelas 220ml terdapat penambahan rak di atas *conveyor* utama setinggi 150cm yang berfungsi untuk tempat karton, *straw*, dan *layer*. Hal ini dilakukan untuk memudahkan karyawan dalam pengambilan barang dan supaya tidak bercampur satu dengan yang lainnya. Setelah dilakukan perbaikan pula kerja karyawan dari aspek ergonomis juga

Untuk meningkatkan kinerja dari karyawan maka perlu dilakukannya pelatihan atau *training* yang diberikan setiap minimal dua kali dalam setahun . Pelatihan ini bertujuan



meningkatkan *knowledge* dan *skill* dari karyawan yang mana setelah itu akan dilakukan evaluasi. Evaluasi ini akan berbentuk kuesioner dimana berisikan pertanyaan tentang peningkatan kemampuan dari karyawan. Berikut merupakan gambar 3.41 angket evaluasi kinerja karyawan.

FORM E.							
Evaluasi Hasil Pelatihan Karyawan							
Nama : _____							
Nama Metode Pelatihan : _____							
Waktu Pelatihan : _____							
Lokasi Pelatihan : _____							
No.	Kriteria Pelatihan	Penilaian*					Keterangan
		1	2	3	4	5	
1.	Kemampuan dalam pemahaman materi yang diterima						
2.	Kemampuan dalam melakukan pekerjaan sesuai dengan pelatihan						
3.	Kemampuan kecepatan dalam menyelesaikan pekerjaan						
4.	Kemampuan dalam menguasai atau menggunakan peralatan dan bahan						
5.	Mutu hasil dalam menyelesaikan pekerjaan yang dilakukan						
6.	Kemampuan dalam memberikan informasi kepada orang lain						
7.	Kemampuan dalam efektivitas, efesiensi, dan komitmen dalam mengerjakan pekerjaan						
8.	Semangat atau ketertarikan terhadap pelatihan						
Kritik: _____							
Saran: _____							
Keterangan:							
1 = Sangat Buruk							
2 = Cukup Buruk							
3 = Baik							
4 = Cukup Baik							
5 = Sangat Baik							
Diperiksa _____				Mengetahui Kepala Departemen HRGA _____			
( _____ )				( _____ )			
Tanggal Periksa _____				Tanggal Periksa _____			

Gambar 4.41 Kuesioner Evaluasi Hasil Pelatihan

5. Rekomendasi perbaikan untuk mencegah penumpukan pada *conveyor*

Selain melakukan *redesign* dari pembatas *conveyor* untuk mencegah penumpukan pada *conveyor* yang bisa menyebabkan jenis cacat bocor dan remuk adalah dengan memasang sensor pada bagian *conveyor*. Sensor tersebut kemudian memberikan alarm dan lampu peringatan bahwa terjadi hal yang tidak normal. Kemudian karyawan akan mengatur antrian yang terjadi sehingga menjadi normal kembali.

6. Rekomendasi perbaikan untuk mencegah kemasan *double*

Untuk mencegah produk kemasan jenis cacat pada *cup filler machine* adalah memasang sensor yang dapat mendeteksi ketika *cup* jatuh dari *stocker* ke dalam *bucket* yang lebih dari satu *cup*. Sensor tersebut kemudian akan menyalakan alarm dan lampu peringatan kepada operator. Ketika operator mengetahui bahwa terdapat peringatan maka mesin akan dihentikan sebentar untuk memperbaiki kesalahan yang ada.

7. Rekomendasi perbaikan untuk memberikan peringatan atau tanda

Memberikan tanda atau peringatan bertujuan untuk mengingatkan kepada karyawan yang bertugas untuk menghindari kesalahan yang disebabkan oleh *human error*. Tanda atau peringatan peringatan diletakkan pada tempat yang dekat dengan kemungkinan sumber masalah timbul dan juga mudah untuk dilihat oleh semua orang. Berikut merupakan gambar 4.40 poster beberapa tanda atau peringatan.



**Pastikan  
Tekanan  
100 Psi**



**AREA  
STERIL**





## KRITERIA CAP KEMASAN GLAS 220ML



Gambar 4.40 Poster Tanda Peringatan

Setelah dilakukan *brainstorming for ideas* didapatkan 7 rekomendasi perbaikan yang diberikan terhadap perusahaan. Selanjutnya adalah *select best ide* atau pemilihan rekomendasi yang akan menjadi prioritas dari perusahaan. Terdapat lima dari tujuh rekomendasi yang dapat diprioritaskan oleh perusahaan adalah rekomendasi perbaikan *redesign* untuk jalannya *conveyor*, meningkatkan budaya kerja 5R (rawat, resik, ringkas, rapi, dan rajin), mencatat jenis cacat, memberikan poster tanda atau peringatan, dan perbaikan kinerja karyawan dengan cara pelatihan dan evaluasi. Sedangkan tiga usulan yang belum menjadi prioritas dari perusahaan adalah rekomendasi untuk menambahkan sensor pada mesin untuk mencegah *cup double* pada *cup filler machine* dan rekomendasi untuk menambahkan sensor pada *conveyor* jika terjadi penumpukan yang berlebihan.



#### 4.6 Pembahasan

Dalam upaya mengurangi produk cacat kemasan gelas 220ml di PT Tirtamas Lestari Banyuwangi dengan menggunakan metode *six sigma* melewati tahapan dari DMAI (*Define, Measure, Analyze, dan Improve*) akan dibahas pada subbab ini. Tujuan dari penggunaan metode ini adalah mencapai nilai *sigma* 6 atau 3,4 cacat dari satu juta kesempatan.

PT Tirtamas Lestari Banyuwangi merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi air minum dalam kemasan yang salah satunya adalah kemasan gelas 220ml. Dalam proses produksi kemasan gelas 220ml masih terdapat cacat dimana persentase jumlah cacat yang terjadi saat adalah melebihi batas toleransi perusahaan yaitu sebesar 0,5%. Produk cacat tersebut menimbulkan kerugian dari pihak perusahaan dan menurunkan kepuasan dari konsumen. Oleh sebab itu, digunakannya metode *six sigma* untuk memberikan suatu perbaikan guna mengurangi cacat produk yang terjadi saat ini di perusahaan.

Dalam penelitian ini menggunakan metode *six sigma* yang diawal oleh tahapan *define*. Tahapan *define* adalah mencari tahu masalah apa saja yang terjadi pada produksi cacat kemasan gelas 220ml. Identifikasi dari cacat produk didapatkan 5 jenis cacat, yaitu kemasan *double*, kemasan bocor, kemasan remuk, cap miring, dan volume air kurang. Hasil dari kepuasan konsumen disebut dengan *critical to quality* (CTQ). Karakteristik yang terdapat dalam masing-masing jenis cacat ini digunakan apakah produk tersebut dapat diterima oleh konsumen atau tidak. Kemudian dari lima jenis cacat tersebut dilakukan analisis persentase cacat tertinggi menggunakan *pareto diagram* didapatkan 80% cacat kemasan prioritas adalah jenis cacat kemasan bocor, remuk, dan cap miring sebesar 80%. Untuk melihat elemen-elemen yang terlibat dalam proses produksi adalah menggunakan diagram *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (SIPOC). Elemen-elemen tersebut saling berkaitan satu dengan yang lain sehingga mempengaruhi aktivitas aliran kerja jika terdapat ketidaknormalan yang terjadi.

Tahapan kedua adalah *measure*, yaitu aktivitas pengukuran dan pengolahan data yang didapatkan dari hasil obsevasi pada kemasan gelas 220ml. Tahap *measure* diawali dengan pembuatan dan perhitungan peta kendali yang berguna untuk melihat apakah proses yang berjalan saat ini masih pada batas kendali yang diperbolehkan. Peta kendali yang digunakan adalah peta kendali P untuk jenis cacat atribut pada jenis cacat kemasan *double*, bocor, remuk, dan cap miring, selain itu menggunakan peta kendali X-bar dan R untuk jenis cacat variabel pada jenis cacat volume air kurang. Perhitungan peta kendali ini menggunakan data sebanyak 30 kali pengamatan. Berdasarkan grafik hasil peta kendali P terdapat satu data pengamatan yang melebihi batas kontrol yang disebabkan oleh penyebab khusus, yaitu



perusahaan mencoba menambah satu karyawan yang bekerja pada *cup filler machine* sehingga terdapat 3 karyawan sedangkan pada hari lainnya hanya terdapat 2 karyawan.

Kemudian peta kendali tersebut dilakukan revisi dengan menghilangkan dua data yang *outlier* tersebut dan didapatkan grafik hasil revisi sudah tidak ada data yang diluar batas kendali. Untuk peta kendali X-bar dan R dengan cara mengukur volume air didapatkan hasil grafik terdapat dua data pengamatan yang melebihi batas kontrol yang disebabkan oleh penyebab khusus, yaitu *maintenance cup filler machine* dilakukan oleh karyawan yang berbeda dari kebiasaan perusahaan. Kemudian dilakukan revisi dengan menghilangkan data yang *outlier* tersebut dan didapatkan hasil grafik sudah tidak ada data yang diluar batas kendali. Sedangkan untuk peta kendali R tidak terdapat data pengamatan yang diluar batas kendali. Dari hasil peta kendali tersebut perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut guna menemukan sumber penyebab masalah yang menimbulkan produk cacat terjadi. Selain perhitungan peta kendali dilakukan perhitungan nilai DPMO dan nilai *sigma*. Nilai DPMO dilakukan untuk melihat kinerja dari proses yang berlangsung saat ini, didapatkan nilai DPMO sebesar 1097,969. Untuk nilai level *sigma* adalah sebesar 4,56 yang menyatakan bahwa sistem saat ini yang berlangsung sudah cukup baik namun diperlukannya perbaikan guna mencapai nilai *sigma* 6 atau hingga *zero defect*. Perhitungan terakhir yang dilakukan yaitu *scatter diagram*. *Scatter diagram* digunakan untuk melakukan identifikasi apakah terdapat hubungan atau korelasi antara banyaknya produk yang diproduksi dengan persentase jumlah cacat yang terjadi. Dari gambar 4.18 hasil grafik *scatter diagram* didapatkan pola korelasi memiliki kecenderungan positif namun lemah, karena nilai korelasi yang diperoleh adalah sebesar 0,179. Dapat disimpulkan bahwa korelasi hubungan antara jumlah produk cacat dengan persentase jumlah cacat positif namun tidak signifikan.

Tahapan ketiga adalah *analyze* dimana pada tahap ini dilakukan analisis faktor penyebab masalah yang menimbulkan produk cacat. *Analyze* disini menggunakan metode *fishbone diagram* yang menjadi faktor-faktor adalah manusia, metode, material, mesin, dan lingkungan. Pada faktor mesin disebabkan oleh *stocker cup*, pencapit, *bucket*, *conveyor*, suhu *sealing*, kekuatan *press*, ketajaman *trimmer*, tekanan vakum, tarikan lid, sensor *correction trimmer*, dan masalah pada *nozzle* air. Faktor metode disebabkan oleh pemasangan *bucket*, pengaturan *valve* dan *nozzle*, *warming up* yang tidak maksimal, pemasangan lid kurang presisi, pemasangan *trimmer* kurang presisi, pemindahan *cup* yang tidak hati-hati, pengaturan pada *conveyor*, dan peletakkan *cup* pada *stocker* yang sembarangan. Faktor manusia disebabkan oleh kelalaian karyawan dan kinerja karyawan yang berbeda. Faktor material disebabkan oleh cacat *cup* dan lid dari *supplier*, penempatan



bahan baku yang kurang tepat, dimensi bahan baku yang tidak sesuai, dan kualitas air yang tidak baik. Selain itu dilakukan analisis uji perbedaan rata-rata antara kinerja dua regu karyawan dan jumlah persentase cacat kemasan yang timbul. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa terdapat data yang tidak berdistribusi normal, maka dilakukan pengujian non parametrik. Uji non parametrik yang dilakukan menggunakan metode *mann whitney test* mendapatkan hasil nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* adalah 0,004, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata regu karyawan A dan regu karyawan B.

Tahapan terakhir yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode *six sigma* adalah *improve*. Pada tahap *improve* menggunakan 2 metode, yaitu menggunakan *Program Decision Process Chart* (PDPC) dan *Poka Yoke* untuk membantu memberikan usulan rekomendasi perbaikan guna mengurangi timbulnya produk cacat. Yang menjadi akar permasalahan berdasarkan pada tahap *analyze* adalah metode kerja yang dilakukan oleh karyawan dan juga kinerja karyawan. Oleh sebab itu, rekomendasi perbaikan yang diberikan menggunakan *Program Decision Process Chart* (PDPC) adalah untuk menyelesaikan masalah yang ada dan juga merencanakan hal-hal lain untuk mencegah terjadinya cacat sesuai dengan hasil analisis yang dilakukan pada *fishbone diagram* untuk masing-masing jenis cacat. Hampir seluruh rekomendasi perbaikan yang telah didiskusikan dengan pihak perusahaan dapat diterima atau menjadi prioritas seperti berikut ini meningkatkan *quality control* bahan baku, meningkatkan kerjasama dengan *supplier*, pengendalian pada perencanaan produksi, melakukan preventif *maintenance* penggantian *sparepart*, melakukan *redesign* tata letak fasilitas membuat SOP pemindahan bahan baku, membuat lingkungan kerja lebih nyaman, memberikan *briefing* sebelum dan sesudah produksi, melakukan evaluasi kinerja karyawan, dan mendengarkan *feedback* dari karyawan. Sedangkan yang tidak bisa segera dilakukan atau menjadi prioritas adalah memberikan sensor pada mesin untuk mendeteksi tekanan angin, mengganti beberapa *sparepart* yang susah didapatkan dan mahal, dan melakukan kalibrasi pada *belt rem* karena membutuhkan waktu dan biaya yang banyak. Untuk metode *Poka Yoke* dilakukan lebih untuk mencegah terjadinya kesalahan yang diakibatkan oleh kelalaian karyawan berikut merupakan 7 usulan rekomendasi perbaikan seperti melakukan *redesign* untuk jalannya *conveyor*, meningkatkan budaya kerja 5R (rawat, resik, ringkas, rapi, dan rajin), mencatat jenis cacat, memberikan poster tanda atau peringatan, perbaikan kinerja karyawan dengan cara pelatihan dan evaluasi, menambahkan sensor pada *conveyor* jika terjadi penumpukan yang berlebihan dan menambahkan sensor pada mesin untuk mencegah *cup double* pada *cup filler machine*. Namun tidak seluruh rekomendasi perbaikan yang dapat segera dilakukan maka dilakukan



*select best idea* bersama pihak perusahaan. Terpilih 5 usulan yang bisa diterima dan 2 diantara belum bisa segera dilakukan, yaitu menambahkan sensor pada mesin dan menambahkan sensor pada conveyor. Sedangkan 5 usulan yang terpilih tersebut adalah dilakukan pembuatan *check sheet*, *redesign* tata letak, kuesioner, dan pembuatan poster untuk menunjang dari usulan rekomendasi perbaikan.



## BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan memaparkan tentang kesimpulan dari memberikan jawaban pada rumusan masalah yang terdapat di PT Tirtamas Lestari Banyuwangi dan memberikan saran perbaikan yang dapat dilakukan oleh pihak perusahaan serta penelitian dimasa yang mendatang.

### 5.1 Kesimpulan

Hasil dari pengamatan, pengumpulan, pengolahan data, dan hasil penelitian mendapatkan kesimpulan seperti berikut ini:

1. Ditemukan lima jenis ketentuan kualitas atau *Critical to Quality* (CTQ) dari produk kemasan gelas 220ml adalah *cup* kemasan satu, *cup* dan *lid* tertutup rapat, *cup* dan *lid* tanpa ada penyok, cap *lid* kemasan dapat terbaca, dan volume air 220ml. Berdasarkan *critical to quality* (CTQ) tersebut dapat mengidentifikasi jenis-jenis cacat yang terjadi pada produk kemasan gelas 220ml.
2. Melalui hasil pengolahan data didapatkan nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dari produk cacat kemasan gelas 220ml sebesar 1097,969, yang berarti dalam setiap satu juta kesempatan hasil produksi ditemukan kurang lebih 1097,969 cacat produk dan nilai level *sigma* 4,56, yang berarti nilai tersebut sudah cukup baik.
3. Berdasarkan hasil analisis menggunakan *pareto diagram* diperoleh jumlah kumulatif 80% yang menjadi prioritas adalah jenis cacat cap miring, kemasan bocor, dan kemasan remuk. Hasil analisis menggunakan peta kendali diperoleh bahwa masih terdapat data yang melebihi batas kendali baik untuk peta kendali atribut maupun peta kendali variabel yang disebabkan oleh penyebab khusus yaitu perbedaan karyawan yang melakukan *maintenance* dan jumlah karyawan yang bekerja. Hasil analisis menggunakan *scatter diagram* diperoleh bahwa hubungan atau korelasi antara variabel jumlah produk yang diproduksi dengan jumlah cacat yang dihasilkan adalah positif namun tidak signifikan dengan nilai *p-value* sebesar 0,353. Hasil analisis menggunakan *fishbone diagram* terdapat empat faktor utama sumber penyebab timbulnya produk



cacat, yaitu faktor mesin, manusia, metode, dan material untuk masing-masing jenis cacat kemasan gelas 220ml. Karena ada indikasi kinerja karyawan yang dinilai dari produk cacat yang dihasilkan, maka dilakukan analisis yang terakhir adalah identifikasi pengujian rata-rata antar regu karyawan dan persentase cacat produk yang dihasilkan. Diperoleh dari pengujian *mann whitney* adalah antara regu karyawan A dan regu karyawan B terdapat perbedaan kinerja yang signifikan. Dimana nilai rata-rata persentase cacat produk kemasan regu karyawan A 20,10, sedangkan regu karyawan B lebih kecil sebesar 10,90.

4. Rekomendasi perbaikan menggunakan diagram *Program Decision Process Chart* (PDPC) diperoleh dari hasil analisis *fishbone diagram* yang kemudian dilakukan diskusi dengan pihak perusahaan untuk dapat diterima dan menjadi skala prioritas atau tidak sehingga mengurangi timbulnya produk cacat yang dapat terjadi pada kemasan gelas 220ml. Selanjutnya rekomendasi perbaikan menggunakan metode *Poka Yoke* dipilih untuk menghindari kesalahan yang diakibatkan oleh aspek karyawan atau pekerja. Terdapat tujuh rekomendasi perbaikan yang diusulkan menggunakan metode *Poka Yoke*, yaitu pertama rekomendasi perbaikan untuk *redesign* tata letak jalannya *conveyor* untuk mencegah adanya tumpukan yang menyebabkan jenis cacat remuk dan bocor serta meningkatkan kinerja dari *quality control*. Rekomendasi perbaikan yang kedua adalah usulan untuk meningkatkan budaya kerja 5R yang bertujuan meningkatkan produktivitas, keselamatan kerja, kenyamanan, penghematan sumber daya dan biaya dengan cara pembuatan *check sheet* dan usulan perbaikan tata letak fasilitas pada workstation packaging kemasan gelas 220ml. Rekomendasi perbaikan yang tiga adalah mencegah kemasan *double* dengan memasang sensor pada *cup filler machine* yang dapat mendeteksi ketika *cup* jatuh dari *stocker* ke dalam *bucket* yang lebih dari satu *cup*. Rekomendasi perbaikan yang keempat adalah memasang sensor pada bagian persimpangan *conveyor* untuk mencegah terjadinya penumpukkan. Rekomendasi perbaikan yang kelima adalah mencatat jenis cacat sehingga memudahkan dalam mendeteksi penyebab masalah yang menimbulkan produk cacat terjadi menggunakan *check sheet*. Rekomendasi perbaikan yang keenam adalah memberikan peringatan atau tanda yang berfungsi untuk menghindari kesalahan dan juga pengingat bagi karyawan yang bekerja dengan cara membuat poster-poster keterangan atau peringatan. Rekomendasi perbaikan ketujuh atau yang terakhir adalah upaya meningkatkan kinerja dari karyawan melalui pelatihan yang diberikan setiap minimal dua kali dalam setahun kemudian dilakukan evaluasi menggunakan kuesioner.

## 5.2 Saran

Berikut ini merupakan saran yang dapat diberikan pada penelitian:

1. Dari hasil penelitian ini perusahaan dapat mempertimbangkan untuk menerapkan rekomendasi perbaikan yang telah diusulkan, sehingga dapat mencapai tujuan perusahaan yaitu persentase cacat kurang dari 0,5% bahkan hingga *zero defect* melalui perbaikan yang berkelanjutan.
2. Dalam pengambilan data peneliti diharapkan lebih teliti untuk mengklasifikasikan jenis cacat produk.
3. Untuk penelitian dimasa mendatang diharapkan bisa dilanjutkan hingga tahap *control*, sehingga memberikan evaluasi dari rekomendasi perbaikan yang telah dilakukan.







(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, A. 1983. *Manajemen Produksi 2: Pengendalian Produksi*. BPFE UGM. Yogyakarta.
- Amrullah, M.N.K., Mustafid, Sugito, 2016. Penerapan Six Sigma dalam Rancangan Percobaan Faktorial untuk menentukan Setting Mesin Produksi Air Mineral. *Jurnal Gaussian*, 5(1), 143-152.
- Andi, Supangat. 2007. *Statistika Dalam Kajian Deskriptif, Inferensial, dan Non Parametrik*. Edisi Pertama. Kencana. Jakarta.
- Ariani, D. W. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Bass, I. & Lawton, B. 2009. *Lean Six Sigma Using Sigma XL and Minitab*. The Mc Graw-Hill Companies, Inc. New York.
- Besterfield, Dale H. 2001. *Introduction of Statistical Process Control*.
- Brue, G. 2004. *Six Sigma for Managers, Cetakan III*. Canary. Jakarta.
- Chandradevi, A., & Nia Budi Puspitasari. 2016. *Analisa Pengendalian Kualitas Produksi Botol X 500 Ml Pada PT. Berlina, Tbk Dengan Menggunakan Metode New Seven Tools*. *Industrial Engineering Online Journal*, 5(4), 1–9.
- Crosby, Philip B. 1979. *Quality is free: The Art of Making Quality Certain*, New York: New American Library.
- Dudek-Burlikowska, M & Szewieczek, D. 2009. *The Poka-Yoke Method as an Improving Quality Tool of Operations in The Process*. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 36(1), 95-102.
- Evans, James R. dan William M. Lindsay. 2007. *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement (Pengantar Six Sigma)*. Penerbit Salemba Empat. Jakarta.
- Gazpersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACCP*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Gazpersz, Vincent. 2005. *Total Quality Management (TQM)*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Gazpersz, Vincent. 2010. *Total Quality Management (TQM)*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.



- Hansen, Don R., & Maryane M Mowen. 2006. *Akuntansi Manajemen. Jilid 1. Edisi 7*. Diterjemahkan oleh: Dewi Fitriyani dan Deny Arnos Kwary. Jakarta: Salemba Empat.
- Harry, M. J. dan Schroeder. 2000. *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. Doubleday. New York.
- Heizer, J. dan Render, B. 2006. *Operation Management*. Salemba Empat. Jakarta.
- Hristoski, et al. 2017. *Causality of Factors Reducing Competitiveness of e-Commerce Firms*. Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences. Vol. 3. No. 2.
- Juran, J. M. 1993. *Quality Planning and Analysis, 3<sup>rd</sup> Edition*. Mc-Graw Hill Book Inc. New York.
- Khadijah Afni dan Muantulloh. 2017. *Analisis Faktor-Faktor Kualitas dan Dampak Air Industri Terhadap Mesin dan Kualitas Plat*. Journal Industri Services. Vol. 3 No. 1a. Hal. 98-106.
- Michalski, W. J, 1997. *Tool Navigator: The Master Guide for Teams*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Montgomery, D. C. 2001. *Introduction to Statistical Quality Control 5<sup>th</sup> Edition*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Montgomery D.C. 2009. *Statistical Quality Control: A Modern Introduction (Sixth Edition)*. United States: John Wiley and Sons (Asia) Pte.Ltd.
- Muhaemin, Achmad. 2012. *Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode Six Sigma pada Harian Tribun Timur*. Skripsi Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Manajemen, Universitas Hasanuddin. Makassar, termuat di: <http://repository.unhas.ac.id/handle/1234567%2089/1198>.
- Nuryadi, dkk. 2017. *Dasar-dasar Statistik Penelitian*. Penerbit Sibuku Media. Yogyakarta. Hal. 79.
- Pande, et al. 2000. *The Six Sigma Way-Bagaimana GE, Motorola dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Pande, et al. 2003. *What is Six Sigma, Berfikir Cepat Six Sigma*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Pande, et al. 2005. *What is Six Sigma, Berfikir Cepat Six Sigma*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Park J. W. 2005. *Surimi Gel Color as Affected by Moisture content and Physical Conditions*. Jurnal food Science. 60 (1): 15-18.
- Pete & Holpp. 2002. *What Is Six Sigma*. Yogyakarta: ANDI. 45-58.
- Pyzdek, Thomas. 2002. *The Six Sigma Handbook, Panduan lengkap Untuk Greenbelts, Blackbelts, dan Manajer pada Semua Tingkatan*. Salemba Empat. Jakarta.



- Putri, Dewinda R. dan Wiwik Handayani. 2019. *Zero Defect Produksi Kantong Kraft Melalui Metode Poka Yoke di PT. Industri Kemasan Semen Gresik*. Jurnal Manajemen dan Bisnis. Vol. 5 No. 1. Hal. 44-58
- Sari, Ratih Indah, dkk. 2020. *Total Mikrobial Jamu Serbuk Kemasan dan Tanpa Kemasan Produk Banjarmasin*. Jurnal Media Analisa Kesehatan. Vol. 11 No. 1. Hal. 1-10.
- Setyaning F. H. dan Abdullah B. B. 2017. *Analisis Pemakaian Listrik pada Poma Drainage Unit dengan Menggunakan New Quality Tools*. Jurnal Sistem dan Manajemen Industri. Vol. 1. No. 2. Hal. 91-98.
- Siegel. 1997. *Statistika Non Parametrik Untuk Ilmu-Ilmu Sosial*. Gramedia. Jakarta.
- Tjiptono, Fandy dan Anastasia Diana. 2001. *Total Quality Management*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Wahyuni, Hana. dkk. 2015. *Pengendalian Kualitas*. Graha Ilmu. Yogyakarta.







(Halaman ini sengaja dikosongkan)

### Lampiran 1. Perhitungan Nilai DPMO dan Nilai *Sigma* Masing-Masing Produk

	Jenis Kemasan			
	Gelas 220ml	Botol 600ml	Botol 1500ml	Galon 19L
<b>Jumlah Produksi</b>	4.426.498	2.562.600	1.637.580	460.360
<b>Jumlah Cacat</b>	22.953	11.533	7.125	455
<b>Jumlah CTQ</b>	5	5	5	3
<b>DPMO</b>	1037,1	900,1	870,19	329,45
<b>Level Sigma</b>	4,5794	4,6214	4,6313	4,9061

Contoh perhitungan nilai DPMO dan level *sigma* kemasan gelas 220ml

1. Perhitungan nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO)

$$\begin{aligned}
 DPMO &= \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{total produk yang diproduksi} \times \text{Jumlah Critical to Quality}} \times 1.000.000 \\
 &= \frac{22.953}{4.426.498 \times 5} \times 1.000.000 = 1.037,1
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan level *sigma*

$$\begin{aligned}
 \text{level sigma} &= \text{normsinv} \left( \frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 \\
 &= \text{normsinv} \left( \frac{1.000.000 - 1037,1}{1.000.000} \right) + 1,5 = 4,5794
 \end{aligned}$$



## Lampiran 2. Perhitungan Peta Kendali P Cacat Atribut Setelah Revisi

Pengamatan ke-	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
1	16.785	77	0,004587	0,00455833	0,00611813	0,0029985
2	15.948	80	0,005016	0,00455833	0,00615854	0,0029581
4	15.098	60	0,003974	0,00455833	0,00620297	0,0029137
5	16.774	62	0,003696	0,00455833	0,00611865	0,002998
6	16.361	89	0,00544	0,00455833	0,00613822	0,0029784
7	16.790	75	0,004467	0,00455833	0,0061179	0,0029988
8	16.786	85	0,005064	0,00455833	0,00611809	0,0029986
9	16.788	72	0,004289	0,00455833	0,00611799	0,0029987
10	16.784	70	0,004171	0,00455833	0,00611818	0,0029985
11	16.781	80	0,004767	0,00455833	0,00611832	0,0029983
12	16.112	65	0,004034	0,00455833	0,00615038	0,0029663
13	16.365	73	0,004461	0,00455833	0,00613802	0,0029786
14	16.778	82	0,004887	0,00455833	0,00611846	0,0029982
15	14.687	80	0,005447	0,00455833	0,00622582	0,0028908
16	16.786	84	0,005004	0,00455833	0,00611809	0,0029986
17	16.775	75	0,004471	0,00455833	0,0061186	0,0029981
18	16.783	84	0,005005	0,00455833	0,00611823	0,0029984
19	16.104	74	0,004595	0,00455833	0,00615077	0,0029659
20	16.277	76	0,004669	0,00455833	0,00614229	0,0029744
21	16.779	80	0,004768	0,00455833	0,00611841	0,0029982
22	16.780	88	0,005244	0,00455833	0,00611837	0,0029983
23	15.864	55	0,003467	0,00455833	0,00616277	0,0029539
24	16.366	62	0,003788	0,00455833	0,00613797	0,0029787
25	16.782	69	0,004112	0,00455833	0,00611827	0,0029984
26	16.788	55	0,003276	0,00455833	0,00611799	0,0029987
27	16.786	70	0,00417	0,00455833	0,00611809	0,0029986
28	16.580	73	0,004403	0,00455833	0,00612775	0,0029889
29	16.782	85	0,005065	0,00455833	0,00611827	0,0029984
30	16.738	98	0,005855	0,00455833	0,00612032	0,0029963

### Lampiran 3. Perhitungan Peta Kendali X-bar Cacat Variabel

Pengamatan ke-	$\bar{X}$	CL	UCL	LCL
1	218,2	221,9867	224,6765	219,2968
2	224,6	221,9867	224,6765	219,2968
3	223,9	221,9867	224,6765	219,2968
4	225	221,9867	224,6765	219,2968
5	221,8	221,9867	224,6765	219,2968
6	223,6	221,9867	224,6765	219,2968
7	224,2	221,9867	224,6765	219,2968
8	222,4	221,9867	224,6765	219,2968
9	223,9	221,9867	224,6765	219,2968
10	222,6	221,9867	224,6765	219,2968
11	223,4	221,9867	224,6765	219,2968
12	221,7	221,9867	224,6765	219,2968
13	221,8	221,9867	224,6765	219,2968
14	221,6	221,9867	224,6765	219,2968
15	221,1	221,9867	224,6765	219,2968
16	221,9	221,9867	224,6765	219,2968
17	221	221,9867	224,6765	219,2968
18	220,2	221,9867	224,6765	219,2968
19	221,3	221,9867	224,6765	219,2968
20	222,1	221,9867	224,6765	219,2968
21	221,6	221,9867	224,6765	219,2968
22	220,2	221,9867	224,6765	219,2968
23	220,6	221,9867	224,6765	219,2968
24	222	221,9867	224,6765	219,2968
25	221,3	221,9867	224,6765	219,2968
26	222,1	221,9867	224,6765	219,2968
27	220,9	221,9867	224,6765	219,2968
28	221,2	221,9867	224,6765	219,2968
29	221,4	221,9867	224,6765	219,2968
30	222	221,9867	224,6765	219,2968
$\bar{\bar{X}}$	221,9867			



#### Lampiran 4. Perhitungan Peta Kendali X-bar Cacat Variabel Setelah Revisi

Pengamatan ke-	$\bar{X}$	CL	UCL	LCL
2	224,6	222,0143	224,7093	219,3193
3	223,9	222,0143	224,7093	219,3193
5	221,8	222,0143	224,7093	219,3193
6	223,6	222,0143	224,7093	219,3193
7	224,2	222,0143	224,7093	219,3193
8	222,4	222,0143	224,7093	219,3193
9	223,9	222,0143	224,7093	219,3193
10	222,6	222,0143	224,7093	219,3193
11	223,4	222,0143	224,7093	219,3193
12	221,7	222,0143	224,7093	219,3193
13	221,8	222,0143	224,7093	219,3193
14	221,6	222,0143	224,7093	219,3193
15	221,1	222,0143	224,7093	219,3193
16	221,9	222,0143	224,7093	219,3193
17	221	222,0143	224,7093	219,3193
18	220,2	222,0143	224,7093	219,3193
19	221,3	222,0143	224,7093	219,3193
20	222,1	222,0143	224,7093	219,3193
21	221,6	222,0143	224,7093	219,3193
22	220,2	222,0143	224,7093	219,3193
23	220,6	222,0143	224,7093	219,3193
24	222	222,0143	224,7093	219,3193
25	221,3	222,0143	224,7093	219,3193
26	222,1	222,0143	224,7093	219,3193
27	220,9	222,0143	224,7093	219,3193
28	221,2	222,0143	224,7093	219,3193
29	221,4	222,0143	224,7093	219,3193
30	222	222,0143	224,7093	219,3193
$\bar{\bar{X}}$	222,01			

### Lampiran 5. Perhitungan Peta Kendali R Cacat Variabel

Pengamatan ke-	R	CL	UCL	LCL
1	11	8,733333	15,51913	1,947533
2	6	8,733333	15,51913	1,947533
3	6	8,733333	15,51913	1,947533
4	6	8,733333	15,51913	1,947533
5	4	8,733333	15,51913	1,947533
6	7	8,733333	15,51913	1,947533
7	7	8,733333	15,51913	1,947533
8	5	8,733333	15,51913	1,947533
9	5	8,733333	15,51913	1,947533
10	7	8,733333	15,51913	1,947533
11	5	8,733333	15,51913	1,947533
12	10	8,733333	15,51913	1,947533
13	10	8,733333	15,51913	1,947533
14	11	8,733333	15,51913	1,947533
15	9	8,733333	15,51913	1,947533
16	11	8,733333	15,51913	1,947533
17	10	8,733333	15,51913	1,947533
18	4	8,733333	15,51913	1,947533
19	12	8,733333	15,51913	1,947533
20	12	8,733333	15,51913	1,947533
21	12	8,733333	15,51913	1,947533
22	12	8,733333	15,51913	1,947533
23	10	8,733333	15,51913	1,947533
24	12	8,733333	15,51913	1,947533
25	9	8,733333	15,51913	1,947533
26	8	8,733333	15,51913	1,947533
27	11	8,733333	15,51913	1,947533
28	11	8,733333	15,51913	1,947533
29	11	8,733333	15,51913	1,947533
30	8	8,733333	15,51913	1,947533
$\bar{R}$	8,733			





(Halaman ini sengaja dikosongkan)